



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE DERECHO
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL DERECHO

NEURODERECHO APLICADO: LA PRUEBA NEUROCIENTÍFICA

Análisis de la experiencia comparada y propuestas para su recepción en el proceso penal chileno.

SEBASTIÁN ALONSO OREGÓN RÍOS.

Memoria para optar al grado de Licenciado en Ciencias Jurídicas y Sociales

PROFESOR GUÍA: RICARDO CAMARGO BRITO

SANTIAGO DE CHILE.

Octubre de 2024

Agradecimientos

A Teresita y Émile, por su amor y apoyo incondicional durante las horas que dediqué a escribir estas ideas.

A Isidora por su invaluable ayuda y consejo.

A mis abuelos, cuyo recuerdo me acompaña siempre.

Esta tesis de pregrado ha sido producida gracias al proyecto

Fondecyt Regular N° 1211763

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN.....	8
CAPÍTULO UNO: LA PRUEBA NEUROCIENTÍFICA.....	12
1. EL NEURODERECHO APLICADO.....	12
a. Neurociencias y derecho.....	12
b. ¿Qué es la prueba neurocientífica?.....	15
c. Medios y métodos de prueba neurocientífica. Catálogo de neuroimágenes...16	
2. LAS POTENCIALIDADES DE LA PRUEBA NEUROCIENTÍFICA	19
a. Categorías de aplicación.....	23
b. Perspectivas de desarrollo en Latinoamérica.....	25
c. Cuatro casos relevantes en la historia del <i>neurolaw</i>	25
3. ESTADO DEL ARTE EN LA JURISPRUDENCIA COMPARADA	28
a. Análisis Jurisprudencial empírico.....	28
b. Casos destacados en cuanto a su aplicación	30
i. Sentencias y reducción de condenas.....	30
ii. Determinación de la intención (<i>mens rea</i>).....	33
iii. Evaluación de la competencia mental	35
iv. Responsabilidad penal adolescente	36
v. Credibilidad de testimonios.....	36
CAPÍTULO DOS: ANÁLISIS NORMATIVO. LA RECEPCIÓN DE PRUEBA NEUROCIENTÍFICA EN EL PROCESO PENAL CHILENO.....	37
1. LA PRUEBA CIENTÍFICA EN EL PROCESO PENAL CHILENO.....	37
a. La prueba neurológica como prueba científica.....	37
b. Mecanismos procesales de evaluación de la fiabilidad científica: La admisibilidad de la prueba y los estándares <i>Frye</i> y <i>Daubert</i>	40
c. La prueba neurocientífica como prueba pericial.....	42
2. ADMISIBILIDAD DE LA PRUEBA CIENTÍFICA ANTE TRIBUNALES DE GARANTÍA.....	43
a. Normas que regulan la prueba pericial científica en el CPP.....	43
b. ¿Existe admisibilidad o exclusión probatoria en el CPP?.....	46

c. Errores y falacias comunes en el uso de información neurocientífica como prueba en juicio.....	49
i. Causalidad entre comportamiento y áreas del cerebro. El error de la inferencia inversa.....	50
ii. Dificultad de inferencia de grupo a individuo.....	51
3. PRESENTACIÓN DE PRUEBA NEUROCIENTÍFICA Y SU VALORACIÓN EN JUICIO	
 ORAL	52
a. La intervención del perito en juicio	52
i. Reglas generales de interrogación y contrainterrogación.....	52
ii. Relevancia procesal de la actitud de la contraria.....	54
b. Análisis crítico de la prueba pericial en Chile.....	56
c. Los criterios de valoración de la prueba científica en la sentencia.....	57
i. La libertad de prueba.....	58
ii. Estándares de convicción. Duda razonable y sus implicancias.....	58
 CONCLUSIONES.....	 63
 BIBLIOGRAFÍA.....	 71

RESUMEN

Esta tesis examina la introducción de pruebas neurológicas en los juicios penales en Chile. El debate en América Latina está aún en sus primeras etapas y se centra en descripciones generales de temas ya explorados en países con una tradición de *Common Law*. Nuestro principal objetivo es proporcionar un análisis detallado del estado del arte mediante una revisión que enfatiza estudios empíricos y literatura reciente, para delinear directrices sobre el uso de pruebas neurológicas en los tribunales penales chilenos, en el contexto del marco legal local. La pregunta central es: ¿qué validez y estándares cualitativos debe cumplir la prueba neurológica para ser admisible y adecuada en el contexto penal chileno, con un enfoque en las posibilidades probatorias para la defensa? Partimos de la premisa de que no existen limitaciones legales significativas para su uso, aunque las barreras pueden surgir en otros aspectos normativos o procedimentales. Este enfoque ofrece un marco de referencia actualizado sobre el uso de pruebas neurocientíficas en la defensa penal, así como directrices para su aplicación en Chile, incluyendo un análisis preliminar de los desafíos legislativos y judiciales para su recepción en los procesos penales.

ABSTRACT

This thesis examines the introduction of neurological evidence in criminal trials in Chile. The debate in Latin America is still in its infancy and focuses on general descriptions of topics already explored in countries with a Common Law tradition. Our main goal is to provide a detailed analysis of the state of the art through a review that emphasizes empirical studies and recent literature to outline guidelines for the use of neurological evidence in Chilean criminal courts, within the context of the local legal framework. We start from the premise that no significant legal limitations exist for its use, though the barriers may lie in other normative or procedural aspects. This approach offers an up-to-date reference on the use of neuroscientific evidence in criminal defense, as well as guidelines for its application in Chile, including a preliminary analysis of the legislative and judicial challenges to its reception in criminal proceedings.

Key Words/ Palabras Clave: neuroderecho, *neurolaw*, prueba neurocientífica, prueba pericial científica, valoración probatoria, defensa penal.

INTRODUCCIÓN

Los avances en neurociencia cognitiva han permitido un progreso significativo en la comprensión del funcionamiento de la mente humana, incentivando estudios interdisciplinarios que abarcan no solo la medicina, sino también áreas como la economía, la ciencia política y el derecho. Estamos inmersos en una "era dorada" de las neurociencias, cuyo prestigio ha trascendido a la sociedad en general, influyendo en campos diversos, desde métodos de aprendizaje innovadores hasta el desarrollo de hábitos de vida saludable. Esta creciente influencia promete transformar profundamente nuestra comprensión de lo que significa ser humano y cómo debemos tratar a aquellos cuyo comportamiento desafía nuestras normas y expectativas.

El neuroderecho (del neologismo inglés *neurolaw*, formado por las palabras "neurología" y "derecho") es un campo interdisciplinario que estudia la relación entre el derecho y la biología cerebral. Se centra en cómo los hallazgos neurocientíficos sobre el comportamiento humano influyen en la creación y aplicación de normas jurídicas. Surgido a finales del siglo XX como respuesta a la incorporación de evidencia neurocientífica en los -particularmente en los Estados Unidos desde la década de 1940- el neuroderecho ha ganado interés en la academia y en la práctica judicial. Sin embargo, su integración ha generado controversias debido a las tensiones entre la validez científica de la neurociencia y los principios filosóficos y jurídicos que rigen el derecho.

Las pruebas neurológicas, como imágenes cerebrales e informes periciales juegan un rol central en esta intersección. Se basan en los resultados de investigaciones en neurociencias para representar el estado fisiológico del cerebro en contextos de relevancia jurídica, tales como procesos judiciales o debates legislativos. En país de derecho romano-continental su introducción ha sido enriquecedora para los sistemas judiciales, aunque una aplicación incorrecta, basada en conocimientos deficientes, puede conllevar errores graves. Asimismo, el desarrollo de tecnologías de neuroimagen funcional ofrece una prometedora herramienta para evaluar el funcionamiento de la mente en tiempo real en contextos penales.

Esta tesis investiga el uso de la neurociencia como fuente de prueba en el sistema judicial chileno, explorando sus desafíos, capacidad de respuesta y la necesidad de nuevas normativas ante el avance tecnológico. La relevancia de este estudio radica en el crecimiento

de las neurociencias como disciplinas clave en la convergencia tecnológica, un fenómeno que agrupa nuevas ciencias y tecnologías avanzadas con el potencial de transformar múltiples sectores, incluido el judicial. Se espera que tecnologías como la inteligencia artificial y el análisis de *big data* se integren en el ámbito forense, y las neurociencias ya han abierto camino en esa dirección.

La literatura ha puesto de manifiesto la necesidad de elaborar guías prácticas para que los operadores jurídicos comprendan y reciban adecuadamente el neuroderecho. Estas guías podrían articular cómo la información neurocientífica debe utilizarse, evitando posibles sesgos en los juicios.

En el contexto chileno, el binomio neurociencias-derecho es incipiente y su presencia en los tribunales está mayormente limitada a casos civiles y laborales. La reciente reforma constitucional que protege los "neuroderechos" abre la puerta para fomentar debates locales que repliquen avances internacionales, previniendo problemas de tutela jurisdiccional.

Es preciso examinar las conclusiones a las que arriban Camargo y Reid (2021), quienes argumentan que la inserción de pruebas neurológicas en el ámbito penal no debería enfrentar obstáculos, dado el principio de libertad probatoria y el criterio de valoración libre en las sentencias. Sin embargo, aunque no existan limitaciones normativas evidentes, la falta de conocimiento y experiencia sobre las tecnologías de neuroimagen y su relevancia legal, junto con la ausencia de debates sobre estándares de admisibilidad, pueden constituir barreras para su integración efectiva.

Esta tesis parte de dichas conclusiones para someterlas a un examen más exhaustivo. ¿Es realmente viable la introducción de pruebas neurológicas en el proceso penal chileno? Además de los requisitos normativos, ¿existen barreras prácticas o materiales para su recepción judicial?

Objetivos

El propósito de esta tesis es proporcionar directrices para utilizar y presentar pruebas neurológicas en los tribunales chilenos, basándose en los avances del derecho comparado. Se planteará la cuestión de qué validez se otorgará a la prueba neurológica y qué estándar cualitativo debe cumplir para ser considerada admisible e idónea en el contexto procesal penal chileno, haciendo hincapié en las posibilidades probatorias de la defensa. Se identificarán y

describirán las “barreras de entrada” a nivel legislativo o judicial, y se propondrán directrices basadas en la experiencia comparada.

Metodología

La metodología se basa en una revisión de fuentes doctrinales y jurisprudenciales de manera indirecta a través de artículos académicos. Se analizará el estado del arte en el derecho comparado sobre la utilización de pruebas neurológicas en procesos penales, destacando su uso por la defensa. Luego, se evaluarán elementos clave para su aplicación en Chile, considerando la admisibilidad y valoración de la prueba en las sentencias.

La tesis se estructura en varias secciones:

1. Contexto basal sobre el neuroderecho: Se abordarán los fundamentos teóricos, el valor aportado y los medios técnicos aplicables en el ámbito judicial. Se expondrán de manera clara y concisa las dimensiones de utilidad de la neurociencia para ampliar la gama de pruebas disponibles para las partes.
2. Estado del arte en jurisprudencia comparada: Se revisará el estado del arte en la jurisprudencia comparada, prefiriendo la literatura más reciente posible. Se presentarán estudios de caso cualitativos y empíricos de países donde la neurociencia ya se está utilizando en los tribunales, con el fin de identificar mejores prácticas, limitaciones y desafíos, así como eventuales directrices y patrones funcionales en cuanto a estrategias de litigación. Esto ofrecerá *insights* valiosos para la adaptación y aplicación de estas prácticas en el contexto jurídico chileno.
3. Recepción del neuroderecho en Chile: Se analizarán las barreras percibidas. Se traducirán los hallazgos al contexto del proceso penal chileno, revisando sumariamente el marco normativo de las instituciones procesales en Chile, evaluando la admisibilidad y valoración de la prueba, junto con un análisis de la doctrina crítica. El objetivo es definir ciertas directrices para la presentación de evidencia neurocientífica y detectar barreras y fricciones en su implementación.

La perspectiva ética, así como toda temática relativa a *neurorights*, aunque relevantes, son aristas que quedarán fuera de este estudio para mantener el enfoque en los aspectos técnicos y jurídicos de la aplicación de la neurociencia en el derecho penal.

La investigación espera enriquecer el debate sobre la integración de conocimientos neurocientíficos en el derecho penal y proporcionar herramientas prácticas para los intervinientes en procesos penales, despertando el interés por el estudio y el desarrollo teórico del neuroderecho en la doctrina chilena.

CAPÍTULO UNO: LA PRUEBA NEUROCIENTÍFICA

1. EL NEURODERECHO APLICADO

a. Neurociencias y Derecho.

En los últimos años, las neurociencias han comenzado a ganar terreno en campos tradicionalmente ajenos a la medicina y ciencias naturales, como son las ciencias sociales y el derecho, a su vez que su rol en la comprensión de la naturaleza humana se torna cada vez más evidente. Las neurociencias, un conjunto de disciplinas dedicadas al estudio de los diversos aspectos morfofuncionales del sistema nervioso¹ (incluyendo cerebro², médula espinal y nervios periféricos), buscan analizar y comprender su funcionamiento y organización a todos los niveles: molecular, genético, bioquímico, y neurofisiológico. En términos sencillos, pretenden encontrar la correlación entre actividad mental y sustrato biológico, identificando los mecanismos que nos permiten pensar con el cerebro³.

Su quehacer se distribuye en numerosas ramas, dedicadas a fenómenos de amplio rango tales como la percepción, inteligencia, el lenguaje, las emociones, la conciencia, el yo, las decisiones, preferencias morales, la estética y la educación⁴. La neurociencia cognitiva destaca por su potencial de influencia en materia forense por estudiar los mecanismos biológicos que subyacen a nuestros procesos mentales y sus manifestaciones conductuales⁵, conectándose con otras disciplinas, como la psicología (fisiológica y cognitiva), la psiquiatría y la genética del comportamiento⁶.

El estudio del cerebro como lugar donde se pueden encontrar todas las explicaciones de la actuación humana es un asunto más antiguo que las neurociencias⁷. Un precedente histórico es el caso de Phineas Gage, obrero ferroviario quien en 1848 sufrió un accidente laboral en el que una barra metálica le atravesó el cráneo, provocando severos cambios en su personalidad, con muestras de impulsividad y agresividad. El caso llamó la atención de los médicos y científicos de su época, para recobrar relevancia científica con estudios de Antonio Damasio

¹ Silvestri (2021) p. 4.

² Por su parte, el cerebro se compone de tronco, encéfalo, los hemisferios cerebrales y la corteza o córtex, esta última fundamental para acciones voluntarias como el lenguaje y habla, y otras funciones superiores como el pensamiento y la memoria (Luna Salas (2019) p. 145).

³ Silvestri (2021) p.3.

⁴ Sanguinetti (2014) p. 7; citado por Luna Salas (2019) p. 145.

⁵ Casafont (2014) p. 15; citado por Luna Salas (2019) p. 145.

⁶ Forza (2018), citado en Silvestri (2021).

⁷ Silvestri (2021).

(1994), quién propuso su caso como prueba del vínculo causal entre la lesión del lóbulo frontal y alteraciones de la personalidad y el comportamiento social.

En materia estrictamente criminal, destaca el caso de Charles Whitman, estudiante universitario y jugador profesional de fútbol americano, quien en 1966 mató a 16 personas desde una torre en el campus de la Universidad de Texas, luego de haber asesinado a su madre y esposa. Su autopsia reveló un tumor que presionaba su lóbulo frontal, y sus cartas y diario privado reflejaban angustia y preocupación por repentinos cambios de humor y pensamientos violentos.

Durante la segunda mitad del siglo XX, casos como el de Whitman captaron interés académico sobre vínculo entre patologías cerebrales y responsabilidad penal y, desde la década de los 90s, la introducción de las neurociencias como conocimiento de vanguardia comenzaría a ser tomada en consideración para buscar respuestas, principalmente a través de las recientemente mejoradas imágenes de resonancia magnética. Así también la neurociencia comenzó a ser utilizada en casos penales de alta repercusión que conllevaban la pena capital por abogados defensores que buscaban demostrar la pertinencia de la aplicación de estatutos relacionados con la demencia u obtener reducción de sentencias o penas alternativas. Como paradigma de esa práctica se cita el conocido caso *People v. Weinstein* (1991), en el que se utilizaron neuroimágenes que mostraban un quiste cerebral para fundar la teoría de la defensa de inimputabilidad en un caso de parricidio.

Este tipo de casos plantea preguntas profundas sobre la naturaleza de la responsabilidad criminal. Si la estructura biológica de una persona está alterada por una patología o lesión, ¿puede esa persona ser considerada totalmente responsable de sus actos? La agencia humana parece estar gobernada por su estructura biológica y procesos bioquímicos, sugiriendo que la voluntad y el libre albedrío son simplemente comparsas de la orquesta cerebral. Si podemos correlacionar zonas del cerebro con estados mentales y comportamientos, ¿en qué parte del cerebro se produce la sinapsis psicopática? Si un cerebro dañado genera agresividad, ¿Es el crimen una enfermedad física y no una carencia moral?

Estas preguntas no solo desafían nuestras nociones de responsabilidad y justicia, sino que han abierto la puerta a nuevas formas de entender y abordar el comportamiento desde una perspectiva biológica y científica.

Los avances en neurociencia cognitiva, especialmente en materia de neuroimagen funcional, han supuesto un enorme progreso en la comprensión sobre cómo funciona la mente, incentivando la frecuencia de estudios sobre implicaciones de esta ciencia en diferentes áreas de las humanidades, la economía y el derecho⁸. Sus descubrimientos tienen asimismo práctica relevante en la administración de justicia y el ámbito de la política pública. Como ejemplo, la comprensión de los fundamentos neuronales de la adicción o la impulsividad puede conducir a recomendaciones de enfoques rehabilitadores en lugar de punitivos en la justicia penal.

La aplicación de los hallazgos neurocientíficos a la esfera jurídica es multidimensional y puede tener efectos tanto conceptuales como funcionales⁹, esto es, se desglosa principalmente en dos vertientes. La primera de ellas examina la influencia de los avances de las neurociencias en la teoría jurídica, así como las correspondientes nociones de responsabilidad moral y jurídica. Esto se traduce en la potencialidad de reinterpretar conceptos relativos a la voluntad y acción, v.gr. autonomía, agencia, libre albedrío, dignidad o identidad, entre otros¹⁰. La segunda se centra en un análisis empírico de la recepción de la neurociencia en el contexto jurisprudencial, digamos en la determinación del quantum del daño moral civil o detectando daños provocados por alguna determinada lesión en el sistema nervioso central, lo que puede ser demostrado por una evaluación médica acompañada de neuroimágenes¹¹.

Esta confluencia de las neurociencias en el derecho se ha llamado en la literatura “neuroderecho”. Pese a existir definiciones más elaboradas el concepto se ha entendido de manera bastante laxa y directa, en especial en el ámbito de la prueba neurocientífica en juicio: “(El Neuroderecho) no es más que la interfaz entre todas aquellas disciplinas aglutinadas bajo el rótulo neurociencias y derecho”¹². El vocablo tendría origen en una publicación de 1991 que vinculaba el mundo de la neuropsiquiatría con el derecho civil, en respuesta a un alza considerable de alegaciones de lesiones cerebrales en juicio¹³. Desde la década de los 1990s se ha desarrollado de manera paralela al boom de las neurociencias como el campo

⁸ Sánchez (2020) p.231.

⁹ Cornejo (2019).

¹⁰ *Ibíd.*

¹¹ *Ibíd.* Más adelante se tratará sobre las concepciones amplias o restringidas sobre qué constituye la prueba del daño neurológico.

¹² Cornejo (2019).

¹³ Una parte minoritaria de la doctrina critica el término *neurolaw*, entendiendo más preciso el de “derecho cognitivo”. Por otro lado, la temática todavía es fragmentaria y miscelánea según el punto de vista, si nacional o internacional, jurídico o multidisciplinar. Silvestri (2021).

interdisciplinario de todo lo que signifique la influencia de las neurociencias en el ámbito forense.

Cabe distinguir este campo académico del concepto más restringido de “neuroderechos”, traducción literal de *neurorights*, referido a la tutela normativa de los derechos fundamentales de la persona humana en relación con la protección y preservación de su cerebro y mente, y que abarca principios éticos, legales, sociales o naturales de libertad y titularidad de la persona sobre su propio dominio mental¹⁴. Podemos entenderlos como derechos subjetivos, personalísimos e inherentes al ser humano, y cuya conceptualización nace del estudio de las implicaciones ético-jurídicas del uso de las neurociencias, producto del *neurolaw* en tanto disciplina del conocimiento y de la neuroética. La similitud de ambos conceptos puede suscitar confusión, especialmente por sus denominaciones en español.

Para efectos de este trabajo nos centraremos en la aplicación de las neurociencias al derecho (*neurolaw*) en su vertiente pragmática, i.e. el uso de la evidencia neurocientífica en el probatorio judicial. Por lo que nos referiremos al objeto principal de esta investigación como “neuroderecho aplicado” o simplemente “prueba neurocientífica o neurológica”.

b. ¿Qué es la prueba neurocientífica?

Su extensión conceptual y naturaleza varían según autores e investigadores. Para cierta doctrina, se restringe exclusivamente a las neuroimágenes. Más recientemente, otra parte de la literatura lo ha extendido a todo medio -relevante y susceptible de ser presentado en juicio -que permita constatar el estado del cerebro, extralimitando la prueba neurocientífica a campos de estudio colindantes a las neurociencias v.gr. test neuropsiquiátricos, análisis del comportamiento a través de testeos y entrevistas a los imputados, revisión del historial médico, entre otras. Destacable es la postura de Farahany (2015), quien en su estudio empírico de 2015 aúna la evidencia neurocientífica con la propia de la genética del comportamiento (*behavioral genetics*), formando el concepto de evidencia “neurobiológica”, en tanto los postulados de ambas disciplinas están intrínsecamente entrelazadas, citando para ello literatura que demuestra que rastrear las vías entre biología y comportamiento requiere experiencia en genética, neurociencia, psicología y psiquiatría.

¹⁴ Ienca (2021) p.1.

En la doctrina, no existe consenso sobre la extensión del concepto "evidencia neurocientífica". Por un lado, se encuentra una visión restringida a las imágenes cerebrales, mientras que una perspectiva más amplia incluye métodos de evaluación del estado del cerebro del individuo utilizados durante largo tiempo en las neurociencias, como *tests* especializados, entrevistas al paciente y el análisis del historial médico. Parte de la doctrina extiende su campo de estudio para incluir los antecedentes genéticos como parte del análisis.

La evaluación neurológica a través de imágenes cerebrales se realiza mediante diversos instrumentos, cuyo descubrimiento y desarrollo ha sido mayoritariamente secuencial. Destacan las neuroimágenes, aunque el acceso a la información neurológica sobre el estado del cerebro no está restringido únicamente a ellas, pese a tener una cobertura en la literatura un tanto desproporcionada.

Podemos especular que esta tendencia al análisis preferencial o exclusivo de las imágenes se ve motivada por lo que algunos autores han denominado el "atractivo de las neuroimágenes"¹⁵ o el hecho de que la presentación de imágenes cerebrales puede generar un prejuicio en el juzgador, especialmente en jurados legos. Aunque no se ha podido probar empíricamente esta aseveración de manera concluyente, existe extensa literatura y estudios empíricos dedicados al tema.

c. Medios y métodos de prueba neurocientífica. Catálogo de neuroimágenes y sus usos¹⁶.

Método	Descripción	Aplicaciones	Ventajas	Limitaciones
MRI Imágenes por Resonancia Magnética	Utiliza campos magnéticos fuertes y ondas de radio para producir imágenes detalladas del interior del cuerpo.	Examen de cerebro, médula, articulaciones, órganos internos, etc.	Proporciona imágenes detalladas del interior del cuerpo. Resolución espacial muy buena.	No mide directamente la actividad cerebral.

¹⁵ Choi (2017) p. 279.

¹⁶ Tabla informativa hecha en base a descripciones de Luna Salas (2019) p. 147.

EEG Electroencefalografía	Mide la actividad eléctrica de la corteza cerebral a través de electrodos colocados en el cuero cabelludo.	Diagnóstico de epilepsia y otros trastornos cerebrales.	Resolución temporal muy alta. Mide directamente la actividad eléctrica cerebral.	Resolución espacial relativamente pobre
qEEG Electroencefalografía cuantitativa	Imagen tridimensional del encéfalo, creada en base a datos de una EEG, son procesados y renderizados por un sistema informático ¹⁷ .	“mapeo cerebral” (<i>brain mapping</i>)	Los resultados estadísticos pueden verse influidos por la colocación incorrecta de los electrodos, la contaminación por artefactos, entre otros múltiples factores.	Utilizado con precaución por un neurofisiólogo experto en disfunciones cognitivas para mejorar el análisis.
MEG Magnetoencefalografía	Localiza generadores magnéticos epileptógenos y estudia funciones cognitivas cerebrales.	Estudio de funciones cognitivas, localización de actividad epileptógena.	Resolución temporal muy alta. Mide directamente los campos magnéticos producidos por la actividad cerebral.	Resolución espacial relativamente pobre.
PET Tomografía por Emisión de Positrones	Utiliza radioisótopos que emiten positrones que colisionan con electrones y producen rayos gamma,	Estudio de fenómenos electromagnéticos en el sistema	Proporciona información sobre la función metabólica y	Uso de radioisótopos y exposición a radiación. Resolución espacial y

¹⁷ La Asociación Americana de Neurología la define como: “el procesamiento matemático de la dEEG (Electroencefalograma digital) para resaltar componentes específicos de la forma de onda, para transformar las EEG en un formato o dominio que dilucide la información relevante, o para asociar resultados numéricos con los datos del EEG para su posterior revisión o comparación. El análisis de señales incluye: detección automatizada de eventos, monitorización en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI), análisis de fuentes, análisis de frecuencias, análisis estadístico y visualizaciones topográficas del EEG.”. Fuente: De Medeiros et al. (2009).

	rastreados y analizados computacionalmente.	neuronal cerebral.	bioquímica del cerebro.	temporal moderadas.
TAC Tomografía Axial Computarizada	Obtiene imágenes mediante síntesis computacional basada en datos de una radiación X fina y circular, medida en el lado opuesto a la emisión por un contador de centelleo.	Visualización de estructuras internas del cerebro y otras partes del cuerpo.	Proporciona imágenes detalladas de estructuras internas.	Exposición a radiación. Resolución espacial moderada.
fMRI Resonancia Magnética Funcional	Detecta cambios en el flujo sanguíneo asociados a la actividad neuronal del cerebro durante tareas motoras o en ciertos estados cognitivos o emocionales.	Correlacionar estados mentales con estados cerebrales.	Produce imágenes dinámicas que reflejan patrones de actividad cerebral.	Resolución temporal limitada por lenta respuesta de los vasos sanguíneos a cambios en la oxigenación.

Tabla 1. Fuente: elaboración propia, julio 2024

Comparación de Técnicas de Neuroimagen

Técnica	Resolución Espacial	Resolución Temporal	Mide Directamente Actividad Cerebral
MRI	Muy buena	N/A	No
fMRI	Muy buena	Escasa	No
EEG	Relativamente pobre	Muy alta	Sí
MEG	Relativamente pobre	Muy alta	Sí
PET	Moderada	Moderada	No
TAC	Moderada	N/A	No

Tabla 2. Fuente: elaboración propia, julio 2024.

Para obtener una visión más completa de la estructura y la actividad del cerebro humano, los neurocientíficos a menudo combinan EEG/MEG con fMRI: Permite obtener pruebas convergentes con información espacial y temporal complementaria.

2. LAS POTENCIALIDADES DE LA PRUEBA NEUROCIÉNTÍFICA

En teoría, las pruebas neurológicas pueden ser utilizadas como prueba de hechos en juicios penales de la misma manera que cualquiera otra. En el contexto del proceso penal contradictorio constituyen un útil y novel medio probatorio que pueden aportar ambas partes como respaldo de sus teorías del caso. En los hechos, las neuroimágenes adquieren un valor significativo cuando se combina su presentación con informes neuropsiquiátricos de comportamiento, historiales médicos, etc., en tanto la evidencia neurocientífica puede orientar y respaldar otros tipos de evidencia, como las pruebas neuropsicológicas y los análisis

conductuales tradicionales¹⁸. Las pruebas neuropsicológicas, a diferencia de la neuroimagen utilizada para la evaluación cognitiva, están extensamente validadas y normadas. Estas pruebas se caracterizan bien en términos de especificidad, sensibilidad y valores predictivos. Sin embargo, a menudo resultan ser evidencias secas, abstractas y estadísticas, lo que puede limitar su poder persuasivo¹⁹. Estos tres tipos de evidencia se complementan eficazmente, ya que cada uno puede compensar las debilidades del otro mientras combina sus fortalezas. La neuropsicología es válida y precisa pero abstracta; la evidencia conductual es tangible pero susceptible de manipulación; y la neuroimagen es concreta y difícil de falsificar, aunque limitada en su capacidad predictiva para resultados individuales. La integración de estos enfoques permite un análisis más robusto y convincente, aunque en contextos forenses, la evidencia conductual sigue siendo generalmente la más fiable.

En noviembre de 2012, en una conferencia en la ciudad del Vaticano, Owen Jones, una de las voces precursoras en el *neurolaw* y entonces director de la Fundación Mac Arthur²⁰, discursó en una charla las novedosas posibilidades que se abren a propósito del estudio interdisciplinario de la neurociencia en su aplicación forense.

Para Jones, el derecho busca, en esencia, alterar el comportamiento humano, el que a su vez se origina en el cerebro. Puede deducirse naturalmente que una comprensión más profunda de la relación entre el cerebro y el comportamiento —incluyendo la percepción, el juicio, la toma de decisiones y otros aspectos relacionados— puede mejorar la eficacia, eficiencia y justicia del sistema jurídico, de lo que se desprende un poderoso leitmotiv del neuroderecho aplicado en tanto disciplina académica: una rama que permite la integración de elementos de la verdad científica en la formulación de reglas de conducta²¹

¹⁸ Choi (2017) p. 283.

¹⁹ Choi (2017).

²⁰ La Fundación Mac Arthur creó en el año 2007 el Proyecto de Ley y Neurociencia (*Research Network on Law and Neuroscience*), que cuatro años más tarde desembocó en la creación de la Red de Investigación sobre Derecho y Neurociencia; centros que, con sede en la Facultad de Derecho de la Universidad de Vanderbilt, han fomentado la investigación interdisciplinar en este país, y han posibilitado, por ejemplo, la elaboración de la guía en Derecho y Neurociencia, que ha sido divulgada entre los jueces norteamericanos, así como el primer libro de casos sobre Derecho y Neurociencia para estudiantes de Derecho". Sánchez (2020) p.232.

²¹ Jones (2013) concibe al derecho como una "palanca" que incentiva comportamientos sociales en base a un modelo conductual (*behavioral model*), formado por algoritmos que predicen un efecto social "Y" mediante la prescripción de norma "X". Los algoritmos emanan de postulados filosóficos o de las ciencias sociales y su medida de valor es el nivel de eficacia la predicción de eficacia de la norma. Un modelo inexacto con la realidad deviene ineficaz, una "base blanda" para la palanca normativa. Jones encuentra una justificación ética de la normatividad coactiva del derecho en la búsqueda y actualización de modelos conductuales eficaces y eso incluye a las ciencias naturales. Los conocimientos emanados de las neurociencias operarían como una fuente más actualizada del conocimiento científico y su inclusión en el ámbito jurídico constituye un verdadero deber en atención a criterios de justicia.

Desde la perspectiva jurisdiccional, muchas decisiones dependen de una evaluación precisa de los estados y capacidades mentales (racionalidad o control sobre los propios comportamientos), así como analizar capacidades relacionadas con la percepción, planificación y ejecución de acciones²². Los nuevos conocimientos emanados de las neurociencias pueden arrojar luz sobre estos asuntos²³. De hecho, los estudios neurocognitivos ya están revelando las bases neurobiológicas²⁴ de trastornos en la psicopatología forense, como la psicopatía²⁵.

Farahany (2015) argumenta que los descubrimientos sobre las contribuciones biológicas y neurológicas a comportamientos como la violencia y la impulsividad, aunque científicamente discutibles, han iniciado un inevitable reexamen del sistema de justicia penal estadounidense. Aboga por un estudio cuidadoso y sistemático sobre el uso y el impacto de las pruebas neurobiológicas en el derecho penal antes de que su aplicación se expanda más. Por su parte, neurocientíficos advierten que la neurociencia ya se emplea en casos criminales sin una comprensión completa de sus efectos²⁶, y que es esencial más investigación para educar a jueces y jurados sobre el verdadero significado de la evidencia neurocientífica en contextos legales.

Como contrapunto, existen voces que abogan por la modestia en las expectativas sobre los resultados de la influencia de las neurociencias en el derecho y acusan de sobredimensión de su relevancia²⁷. A nivel de discusión iusfilosófica, se ha argumentado que la “revolución” que traería la neurociencia al derecho aún no ha llegado²⁸, a saber, se acusa a quienes ponen en duda las afirmaciones de responsabilidad moral y legal basadas en el “determinismo duro” de trabajar con supuestos interaccionistas injustificados, confundiendo los realizadores neuronales de los estados mentales con las causas externas de los mismos y se llama a la cautela en la aplicación de datos neurocientíficos para evaluar la agencia o responsabilidad

²² Choi (2017) p. 278.

²³ Naturalmente, esta aplicación se extiende a diversas ramas de la práctica legal donde la intención es relevante (por ejemplo, la capacidad en declaraciones de interdicción o la anulación de contratos por falta de consentimiento o incapacidad en el derecho civil; y la imputabilidad en el derecho penal). También es pertinente en la responsabilidad civil extracontractual para determinar elementos de dolo o negligencia.

²⁴ Evidencia neurobiológica es aquella que considera tanto información neurocientífica como genética.

²⁵ Sánchez (2020).

²⁶ Meixner (2016).

²⁷ En 2006 Morse identificó signos de una patología cognitiva que etiquetó como Brain Overclaim Syndrome (...) que aflige a quienes inflamados por los fascinantes nuevos descubrimientos de las neurociencias», que conduce a un efecto de desquiciamiento de la racionalidad en que se reclaman más implicaciones jurídicas para la ciencia del cerebro de las que pueden justificarse» (Morse, citado por Choi (2019) p. 278.

²⁸ Ver Bigenwald y Chambon (2019) o Pernu y Elzein (2020).

penal individual, debido a la amplia gama de métodos y disciplinas que abarcan las neurociencias y la significativa distancia entre las consideraciones biológicas de nivel inferior y las psicológicas de nivel superior²⁹ y han señalado la necesidad de no sobreestimar la capacidad de la neurociencia para responder preguntas legales debido a las diferencias entre ambos campos y la falta de datos que relacionan los hallazgos neurocientíficos con comportamientos criminales relevantes.

Efectivamente, en los EE. UU., el uso de la neurociencia en casos penales está muy extendido y ha llevado a situaciones particulares. Un caso mencionado por el autor Shen en una conferencia involucró a un abogado que presentó evidencia neurológica de su defendido, mostrando que estaba perfectamente sano. Argumentó que sería "imposible" que él fuera responsable de un parricidio múltiple, ya que "nadie en su sano juicio es capaz de esto"³⁰.

Otro caso destacado es uno visto ante el Tribunal Supremo español, en la Sentencia 814/2020, que recibió alta atención en la prensa y en artículos académicos en tanto abordó por primera vez en ese país el uso de neuroimágenes en un proceso penal, considerándolas "certeras" e "indiscutibles" para evaluar la capacidad cognitiva y volitiva del acusado. El autor Juliá Pijoan analiza críticamente esa valoración, destacando su conflicto con el principio de libre valoración de la prueba y su desconexión total con los avances de la neurociencia y los principios científicos en general, sugiriendo una mayor cautela y educación científica de los juzgadores para el futuro. Aunque no profundizamos en este caso en este trabajo, invitamos al lector interesado a consultarlo³¹.

Lamentablemente, los casos absurdos están presentes, sin embargo, estos errores de utilización justifican en aun mayor medida la profundización de la investigación en neuroderecho, preparando a los operadores jurídicos para evitar peligrosos errores judiciales.

²⁹ Pernu y Elzein (2020).

³⁰ Shen, Francis. "Current Progress in Neurofields: Neurolaw", conferencia online (06.09.2019). Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=5W7MMxWyOds> (online), fecha de revisión 01.07.2024.

³¹ JULIA-PIJOAN, MIQUEL. Sobre la valoración judicial de las neuroimágenes, a propósito de la sentencia del tribunal supremo español 814/2020, de 5 de mayo. *Rev. Chilena de Derecho* [online]. 2022, vol.49, n.3, pp.193-219. ISSN 0718-3437. <http://dx.doi.org/10.7764/r.493.8>

a. Categorías de aplicación

Jones establece un marco de referencia con siete categorías para la aplicación de la neurociencia en el ámbito legal. Tales categorías no son taxativas y pueden en los hechos solaparse.

- *Buttressing* (reforzar): el uso de prueba neurocientífica como refuerzo de otras pruebas en respaldo de argumentos de las partes.
- *Detecting* (detectar): Se señala que la neurociencia podría conllevar la detección más precisa de hechos con relevancia jurídica que resultan difíciles de probar, como lo es ya de cotidiano la presencia y gravedad de lesiones cerebrales o causas de muerte, especialmente cuando es utilizada en fase de imputación del delito.
- *Sorting* (clasificar): categorizar más correctamente a personas en “clasificaciones” legales, como capaz/incapaz; imputable/inimputable. La neurociencia puede operar como esclarecedora del estado mental de los individuos, hecho del que depende su “clasificación” jurídica en el proceso penal, con la finalidad de reducir las posibilidades de reincidencia y apuntar a la rehabilitación de los imputados.
- *Challenging* (impugnar): La neurociencia entrega conocimientos novedosos que pueden poner en cuestión o directamente refutar un hecho que se entiende hasta el momento conocido y que opera como presupuesto de lo que puede ser una norma jurídica o -en el contexto jurisdiccional- de una teoría del caso o argumentación de las partes. El uso de conocimientos actualizados puede fundamentar el refutar otros medios de prueba (de valor epistémico que devino obsoleto) o inclusive reformas legislativas.
- *Explaining* (explicar): Función de aportar a una mejor comprensión de fenómenos, que si bien no son controvertidos, no están suficientemente desarrolladas y entendidas sus causalidades.
- *Intervening* (intervenir): De manera experimental, las neurociencias están desarrollando diversas intervenciones, desde nuevos fármacos hasta programas conductuales, para reducir la reincidencia delictiva y mejorar la rehabilitación de los individuos en el sistema legal.
- *Predicting* (predecir): La neurociencia mejora la capacidad del sistema legal para predecir el comportamiento futuro de los individuos, lo que influiría en decisiones como la libertad condicional y medidas contra la reincidencia.

Sobre estas categorías, Aono (2019) destaca que las de reforzar, clasificar y detectar sobresalen en tanto ya cuentan tanto con precedente jurisprudencial como con un desarrollo investigativo relevante³². En nuestra investigación hemos podido constatar que la evidencia neurológica ha sido usada (al menos) en dichas categorías.

Uso de la neurociencia	Categoría	Descripción
Respaldo de argumentos de la defensa penal. Ej.: prueba del diagnóstico de patología mental	Reforzar	Técnicas tradicionales de análisis conductual psicológico o psiquiátrico tienen un valor de fiabilidad científica bastante bajo. La experiencia ha demostrado la utilidad en su refuerzo por medio de neuroimágenes que revelan daños fisiológicos que se correlacionan con resultados de entrevistas o tests.
Determinar el daño cerebral real	Detectar	Las técnicas neurocientíficas han permitido, tanto a la parte persecutoria como a la defensa penal, evaluar de manera más precisa daño cerebral o causas de muerte.
Reemplazo de la pena	Clasificar (imputado o condenado o es integrado en una categoría especial)	En fase de sentencia, evidencia neurocientífica ha permitido evitar la pena capital, cadena perpetua o directamente en el caso de condenados adolescentes, así también el reemplazo de penas privativas de libertad en el caso de condenados con patologías cerebrales o mentales.

Tabla 3. Fuente: elaboración propia, julio 2024.

³² Aono et al. (2019) p. 4.

b. Perspectivas de desarrollo en Latinoamérica.

En cuanto a sus potencialidades en Latinoamérica, el trabajo académico en el área del *neurolaw* aún se encuentra en una etapa inicial. Destacan estudios teóricos en México, Argentina y Colombia, aunque estos se basan mayoritariamente en casos del sistema judicial estadounidense y han prestado escasa atención a investigaciones empíricas sobre su aplicación en tribunales. La literatura latinoamericana demanda más estudios de campo, que están limitados por cuestiones presupuestarias, como la baja inversión en investigación científica y el alto costo de las tecnologías de neuroimagen para fines académicos.

García-López (2019) ve positivas oportunidades para el uso de la neurociencia en Latinoamérica, especialmente en la mejora de los sistemas de justicia penal adolescente y en la formulación de políticas públicas que aborden las causas biológicas e interseccionales de la agresividad, dado el contexto de altas tasas de criminalidad violenta en el continente. Sin embargo, existe una discrepancia notable entre la cantidad de publicaciones en inglés y español, lo que limita el acceso a los avances en neurociencia aplicados a cuestiones. Además, la tecnología de neuroimagen no es fácilmente accesible en la región, restringiendo su uso en investigación y en el ámbito médico.

A pesar de la escasez de publicaciones y decisiones legales en *neurolaw*, se observa una tendencia creciente en la discusión y análisis del tema en América Latina, lo que sugiere que, aunque el campo esté en desarrollo, hay un potencial significativo para su integración en el sistema de justicia penal y en el fortalecimiento de políticas públicas informadas por evidencias neurocientíficas. Esta evolución es crucial para abordar las complejidades del comportamiento humano y la criminalidad en la región.

c. Cuatro casos relevantes en la historia del *neurolaw*.

Magnicidio frustrado. *Insanity defense* y TAC

En 1981, John Hinckley intentó asesinar al presidente Reagan, y su defensa presentó una tomografía computarizada (TAC) de su cerebro para probar su esquizofrenia, intentando que fuera declarado inimputable por demencia. A nivel procesal, la fiscalía se opuso a la admisión de la imagen como prueba, sin éxito, y el jurado absolvió por demencia. El juicio corresponde

a uno de los más bullados en los que se aplicó evidencia neurocientífica en la historia, y su fallo absolutorio generó presión pública que llevó al Congreso a promulgar la Ley de Reforma de la *Insanity Defense* de 1984, que endureció el estándar para la aplicación de esta defensa en casos federales, al poner el *onus probandi* en el acusado, quien deberá probar que como resultado de una enfermedad o defecto mental grave no fue capaz de apreciar la naturaleza e ilicitud de sus actos³³.

Weinstein. Reducción de condena y PET

En 1992, se introdujo en tribunales la tomografía por emisión de positrones (PET), en el pionero caso *People v. Weinstein*³⁴, en el que un publicista de 65 años fue acusado de estrangular a su mujer y luego lanzarla desde su departamento en el doceavo piso en Manhattan para simular un suicidio. Fue acusado de homicidio en segundo grado (*Second degree murder*, un tipo de homicidio calificado), y admitió los hechos. Sin embargo, a su defensa letrada les llamó la atención la falta de remordimiento mostrada por el autor y decidieron que se le efectuaran pruebas neurológicas para conocer el estado de su cerebro, a saber, una resonancia magnética, que detectó la existencia de un quiste en la zona del cerebro llamada membrana arácnida presionando contra el área frontal de su cerebro; y una PET, que reveló que las áreas de tejido cerebral comprimidas por el quiste no metabolizaban la glucosa a los niveles esperados, pudiendo deducir que el funcionamiento cerebral no sería óptimo por falta de nutrientes.

Previo al juicio, presentaron al tribunal como prueba las neuroimágenes, buscando establecer la "*insanity defense*". La fiscalía intentó la exclusión de las pruebas con un éxito moderado: el juez falló salomónicamente: se permitió que el jurado accediera a las imágenes cerebrales que mostraban el quiste, pero quedó excluida la posibilidad de nombrar el nexo causal entre la condición biológica y el acto violento en específico objeto del juicio. Ante este escenario, la fiscalía temió el efecto persuasivo de las neuroimágenes y optó por eludir el juicio y ofrecer a Weinstein declararse culpable por *manslaughter*, un delito con pena menor.

El caso tuvo una amplia cobertura mediática, dentro de la que se acuñó la frase "His Brain Made Him Do It".

³³ Sánchez (2020) p. 240.

³⁴ *People v. Weinstein*, 156 Misc. 2d 34, 591 N.Y.S.2d 715 (N.Y. Misc. 1992).

Ira congénita – antecedente neurobiológico

En Italia, la Corte de Apelaciones de Trieste en sentencia del 18 de septiembre de 2009, apreció una disminución en la imputabilidad en base a una supuesta predisposición genética a la agresividad del acusado conforme con las aportaciones periciales realizadas por dos neurólogos que apuntaban a la existencia de diferentes anomalías detectables en las imágenes cerebrales, junto con la presencia de cinco genes vinculados con el comportamiento violento³⁵ (incluyendo el gen responsable de la expresión de la enzima MAOA³⁶: el famoso “gen del guerrero”).

Detección de mentiras - el polígrafo neurocientífico - fMRI

En 2010, el caso *United States vs. Semrau*³⁷ Fue el primer proceso federal en que se produjo una audiencia preparatoria de admisibilidad sobre el uso por la defensa de la nueva resonancia magnética funcional (fMRI) en la etapa de culpabilidad, a modo de “detector de mentiras”.

El acusado contrató para probar que decía la verdad los servicios de una empresa privada (CEPHOS), que le realizó un trasplante cerebral tres veces con resultados contradictorios. La prueba fue declarada inadmisibile como base para el testimonio de peritos por el juez en base a su falta de fiabilidad científica conforme a la Reglas Federales de Evidencia³⁸ pues aunque la metodología utilizada cumplía los criterios de comprobabilidad y de publicaciones revisadas por pares, estas eran de “valor limitado”, puesto que no se referían a la distinción entre verdad y mentira en un individuo, no se conocía su tasa de error, y la edad de Semrau estaba fuera del intervalo ensayado. A mayor abundamiento, conforme a la regla 403 RFE, el riesgo de perjuicio injusto al juicio del jurado era sustancialmente mayor que su valor probatorio.

³⁵ Con todo, la Corte se conformó en este caso con acreditar dichas anomalías que explicaban una mayor tendencia del investigado a la agresividad, sin centrarse en si las mismas habían incidido o no en la comisión del delito, según Urriela Mora, citada en Sánchez (2020).

³⁶La monoamina oxidasa A (MAOA), la primera interacción gen-ambiente asociada con el temperamento y el comportamiento antisocial, es un ejemplo bien estudiado. Aunque la MAOA se caracterizó inicialmente como un polimorfismo genético que, junto con desencadenantes ambientales, se asocia con la variación del comportamiento en la personalidad antisocial, estudios más recientes vinculan los correlatos genéticos y neurológicos de la MAOA. Joshua Buckholtz y otros publicaron un estudio que utiliza un enfoque combinado de genética e imagenología para el estudio de la MAOA, que implica un circuito neuronal para la variación de la personalidad humana bajo control genético. Ya se ha introducido en casos penales una defensa criminal multifacética que utiliza la genotipificación de MAOA y la neuroimagenología. explicado a propósito del cada vez más estrecho vínculo entre genética y neurociencias en Farahany (2016) p. 487.

³⁷ Al respecto, consultar: *United States v. Semrau*, 693 F.3d 510 (6th Cir. 2012). En Sánchez (2020).

³⁸ Aplicando el estándar Daubert. Vid infra.

3. ESTADO DEL ARTE EN LA JURISPRUDENCIA COMPARADA

a. Análisis jurisprudencial empírico.

Hasta mediados de la década de 2010, el *neurolaw* dependía principalmente de análisis casuísticos y cualitativos, con una investigación empírica mínima. Para rectificar esto, Denno (2015) y Farahany (2016) introdujeron métodos cuantitativos para examinar la presencia de la neurociencia en los procesos penales estadounidenses. Su enfoque tuvo eco en Inglaterra y Gales, los Países Bajos, Canadá y Australia, donde los investigadores realizaron estudios con parámetros similares para proporcionar una perspectiva global sobre el uso de pruebas neurocientíficas en casos penales. Aunque obtener cifras claras es metodológicamente difícil³⁹, estos estudios encontraron consistentemente un aumento significativo en la presencia de la neurociencia en los juicios en todas las jurisdicciones examinadas⁴⁰.

Metodológicamente, estos estudios tienen varios puntos en común, a saber,

- i. Buscar en bases de datos jurídicas comerciales casos en los que se mencionan pruebas neurocientíficas para documentar su frecuencia, su uso en los juicios y la tasa de éxito de los argumentos basados en ellas.
- ii. Los objetivos incluían medir los cambios en el uso de las pruebas neurocientíficas a lo largo del tiempo, examinar su impacto en la sentencia y la exoneración, y su influencia más allá de la determinación de la culpabilidad o la inocencia.

La introducción de los estudios es significativa por dos razones: en primer lugar, el análisis empírico confirma la materialidad de la cuestión más allá del debate académico, ofreciendo una perspectiva realista y subrayando la necesidad de seguir investigando. En segundo lugar, contrasta los debates doctrinales con las prácticas judiciales reales, orientando futuras direcciones de investigación y abriendo nuevas vías. En particular, temas como la neuroimagen funcional, que ha suscitado un gran interés doctrinal en las evaluaciones de credibilidad, no mostraron ningún uso empírico en los cuatro estudios analizados.

Así, tampoco se encontró evidencia relativa a presencia del gen monoamina oxidasa A (MAOA), que cobró relevancia en la literatura a partir del fallo italiano en que se absolvió a un

³⁹ Al respecto revisar Meixner (2016).

⁴⁰ Aono et al. (2019) p. 3.

imputado de asesinato múltiple por la presencia de tal gen, que iría vinculado a un aumento de la agresividad e impulsividad.

Finalmente, es destacable que las pruebas empíricas cuestionan la creencia doctrinal de que las pruebas neurológicas se utilizan casi exclusivamente para reducir las condenas posteriores a la culpabilidad, en particular en los casos de pena de muerte. En los EE.UU., si bien tal utilización sí se constata, los hallazgos indican diversos usos de las pruebas neurocientíficas y en diversos delitos, destacando el uso significativo de dichas pruebas para la defensa por incompetencia para ser juzgado, un tema poco tratado en la doctrina, pero con presencia frecuente en los tribunales de EE.UU. y el Reino Unido.

Hallazgos

Se encontraron pruebas de neurociencia en juicios penales en todas las jurisdicciones, con cifras similares: aproximadamente 15 casos al año de 2005 a 2008, aumentando a 35-50 casos al año en 2012, estabilizándose después. En Estados Unidos, las cifras eran mucho más elevadas, a saber, 1585 opiniones judiciales de 2005 a 2012 que mencionan pruebas neurocientíficas o genéticas, aumentando de unos 100 casos en 2005 a 250-300 en 2012.

Tipos de delitos

Las pruebas neurocientíficas se introducen con mayor frecuencia en delitos graves, como el homicidio con agravantes, los delitos violentos contra las personas y los delitos sexuales. Estas pruebas aparecen en el 5% de todos los juicios por asesinato y en el 25% de las condenas a muerte. Esto plantea interrogantes sobre si la correlación se debe a la naturaleza de los delitos o a la voluntad de la defensa de incurrir en mayores costes por dichas pruebas en casos graves.

Nos llama la atención la relevancia de las pruebas neurocientíficas en casos de muerte de infante no accidental (NAHI), conocidas popularmente como el “síndrome de bebé sacudido”, presentadas por la defensa para confrontar presunciones o peritajes demostrando la accidentalidad o falta de causalidad entre las acciones de los padres y el resultado fatal, con una tendencia a favor de los apelantes. También es interesante la consideración en materia penal del Síndrome de Exposición Prenatal al alcohol, en especial en Canadá⁴¹.

⁴¹ Chandler (2015).

Tipos de pruebas neurológicas

Los estudios indican que la presentación de neuroimágenes como prueba neurológica suele ir acompañada de métodos neuropsiquiátricos como entrevistas, pruebas y el historial médico del acusado. Esto se debe a que las imágenes por sí solas, aunque muestren un defecto estructural como un tumor o una enfermedad crónica, no establecen la relación entre dicha malformación y el comportamiento analizado durante el juicio.

La defensa suele argumentar que el acusado padece una condición patológica documentada o un síndrome que deteriora significativamente el control sobre las acciones, lo que le lleva a una mayor agresividad, impulsividad o a un juicio deficiente de causa y efecto. Así pues, la defensa debe probar tanto la presencia de la enfermedad en el acusado como la probabilidad estadística de una tendencia al comportamiento delictivo en comparación con la población general.

La mayoría de los estudios de neuroimagen son estructurales, y la neuroimagen funcional, como la IRMf, rara vez se utiliza en casos penales. En el 15% de los casos en los que se hablaba de escáneres cerebrales, éstos solían ser IRM o TAC, en lugar de neuroimágenes funcionales avanzadas como EEG, SPECT o IRMf. La IRM funcional se mencionó en aproximadamente el 2% del 15% de los casos de escáner, pero en ninguno de esos casos se disponía de pruebas de IRMf.

b. Casos destacados en cuanto a su aplicación.

i. Sentencias y reducción de condenas

Uno de los usos más frecuentes de la evidencia neurocientífica en derecho comparado ha sido la apelación de condenas (*conviction*) y de sentencias (*sentences*). En el mundo anglosajón, la primera se refiere a la sentencia condenatoria (se busca su revocación, absolviendo al imputado), y la segunda al quantum o la naturaleza de la pena (se busca evitar la pena capital, privativa de libertad o disminuir su cuantía).

En Inglaterra y Gales, por ejemplo, la mitad de las apelaciones por quantum de la pena fueron exitosas, parcial o totalmente, y en la mayoría de los casos, los argumentos basados en

evidencia neurocientífica muestran haber tenido relevancia en la decisión del tribunal para la reducción de la pena.

Tal como es interpretado por la doctrina, esto se debería a que, en el sistema del *Common Law*, las exigencias de admisibilidad una vez condenado el imputado y teniendo que el juez determinar la severidad de la sentencia⁴² son más laxas en esta fase en comparación a la fase de juicio o *pretrial*, en especial en lo que atañe al régimen respecto de la pena capital en los EEUU. en aquellos estados que todavía contemplan la pena de muerte, la fase de sentencia se separa de la de culpabilidad para permitir que las partes aleguen cualquier circunstancia que pudiera ser relevante en la decisión sobre la pena capital, con lo que su admisión, que reiterando lo dicho en líneas anteriores- no está sujeta a los requisitos de las anteriores etapas, resulta más factible.

Caso Florida State v. Nelson (2010)

Grady Nelson fue denunciado de violar a su hijastra con discapacidad mental por su mujer, quien luego se desistió de los cargos. Nelson volvió a su casa en la comuna de Dade, Miami, mató brutalmente a la mujer y apuñaló a sus hijastras. La policía lo encontró empapado en sangre con un cuchillo en la mano. Confesó el crimen en vídeo.

Fue condenado por un jurado por el concurso de homicidio en primer grado, tentativa de homicidio y abuso sexual, con potencialidad de aplicarse la pena capital. Sin embargo, en fase de determinación de la pena, el voto del jurado estuvo dividido 6 a 6 y en tal evento, de acuerdo a la ley del Estado de Florida corresponde automáticamente la aplicación directa de la cadena perpetua. En dicha fase, la defensa de Nelson presentó un Electroencefalograma Cualitativo o (qEEG) para alegar daño cerebral frontotemporal, que estaría ligado a la violencia, reactividad y falta de control de impulsos y la introducción de las imágenes habría sido el factor decisivo en generar el cambio de parecer de los jurados que optaron por la prisión perpetua. Mientras la EEG se ha utilizado por años para captar las ondas cerebrales y diagnosticar múltiples enfermedades, la muy reciente versión “cuantitativa” transforma los datos a través

⁴² Esto debería mayoritariamente a cómo se estructura el sistema de responsabilidad penal en el sistema de *Common Law*, como uno de responsabilidad general y excepción, esto es: el acto intencionado como primer estadio en la evaluación penal -que hace prima facie criminalmente responsable al agente- al que le seguirán la posibilidad de interponer causales de justificación o condiciones excusantes aunadas en el concepto “*affirmative defenses*” para obstaculizar el establecimiento de la responsabilidad.

de un sistema informático para entregar una imagen digital del cerebro que es luego interpretada por un experto.

Respecto a su relevancia, el caso corresponde a la primera admisión en juicio de este tipo de neuroimagen en un caso importante y causó controversia por el alto costo que habría implicado el uso de neuroimágenes para los fondos del estado.

De acuerdo con las categorías de Jones, el caso corresponde a un ejemplo de clasificación (*sorting*). La prueba neurológica produjo un efecto de convencimiento al juzgador (en este caso sus pares, el jurado) de considerar que el acusado sufre de características particulares que le impiden una responsabilidad como la de una persona corriente y, en consecuencia, morigerar la sentencia.

Caso R. (UK) v. Hendy (1993)

Hendy, de 16 años, fue condenado en Inglaterra por el homicidio calificado (*murder*) de un transeúnte completamente desconocido al que apuñaló 18 veces sin provocación alguna. El hecho ocurrió tarde en la noche luego de haber consumido grandes cantidades de alcohol en una fiesta, mostrando conducta agresiva y errática, hechos que enfatizó la fiscalía ante el jurado a través de peritos. También consta que se mostró angustiado por su propia conducta.

Luego de ser condenado, buscó reducir su sentencia a homicidio simple (*manslaughter*) acogiéndose a la responsabilidad disminuida⁴³ en base a daño neurológico que explicaría el comportamiento agresivo. Como prueba presentó historial médico en el que constaba una lesión encefálica en un accidente y testimonio pericial psiquiátrico que indicó alta sospecha de daño cerebral en el lóbulo temporal, área relacionada con el control de la ira y el aprendizaje. Un perito señaló que veía el consumo desmedido de alcohol como un síntoma y no como causa de su desregulación emocional.

⁴³ En países del *Common Law*, el imputado a quien se le ha atribuido la comisión de un delito puede acogerse al estatuto de responsabilidad disminuida si logra probar que al momento de la ejecución de las acciones se encontraba con una capacidad mental limitada o alterada significativamente. Esta defensa es similar a la figura continental de la semi imputabilidad, y si bien no elude la responsabilidad penal, la ajusta en base al estado mental, que puede estar afectado por una patología cerebral. El estatuto es aplicable en algunos estados de los EE. UU.

El jurado rechazó la petición y Hendy comenzó a cumplir su sentencia en un recinto carcelario para jóvenes. Allí se le realizó una EEG que reveló daño en el lóbulo izquierdo, confirmado por tests neuropsicométricos. También se le declaró un trastorno depresivo severo. Hendy apeló fundado en esta nueva evidencia, que fue presentada en juicio por dos testigos-peritos en psiquiatría forense. La Corte revocó la sentencia y no ordenó nuevo juicio, sin embargo, consideró su peligrosidad y probabilidad de reincidencia y ordenó su internación en un hospital psiquiátrico y una orden de restricción sin límite de tiempo.

Este caso ilustra la situación frecuente en juicios que involucran evidencia neurocientífica o neurocognitiva de ponderar la consideración de trastornos mentales reconocidos, cuestiones de inmadurez en el desarrollo y la relación entre intoxicantes y responsabilidad por actos delictivos. Constituye un caso en que la evidencia neurocientífica fue utilizada para impugnar (*challenging*) prueba y teoría del caso presentadas por la parte acusatoria.

También destaca el hecho de que las pruebas de defectos neurocognitivos pueden conducir a una visión elevada del riesgo de daño que supone un acusado para la población en general. Así lo sugiere la imposición de una orden de restricción sin límite de tiempo y es una muestra del llamado efecto de doble filo de la prueba neurocientífica.

ii. Determinación de la intención (*mens rea*)

En la teoría del delito del sistema penal anglosajón se identifican dos elementos constitutivos del delito: el acto (*actus reus*) y el estado mental (*mens rea*). El primero se refiere a un movimiento corporal intencional realizado por un agente (elemento externo), mientras que el *mens rea* corresponde al estado mental necesario para la perpetración del delito, que puede incluir propósito, conocimiento, imprudencia o negligencia (elemento interno).

Es importante destacar que la ausencia de cualquiera de estos elementos impide la imposición de una pena y en ese sentido, siguiendo a Piña Rochefort, la definición del delito en el sistema anglosajón es equivalente al "tipo de injusto" de la formulación continental⁴⁴.

El sistema anglosajón prevé circunstancias en las que, aun concurriendo estos elementos, no se aplicará una pena debido a su estructura de regla-excepción que se apoya en las *defenses*,

⁴⁴ Citado por Sánchez (2020) p. 234.

que en traducción continental engloban tanto a las hipótesis de falta de antijuridicidad (legítima defensa) como las de falta de culpabilidad (demencia).

Consideramos tremendamente interesante que, si bien la doctrina ha sido bastante categórica en señalar que son las defensas independientes del *mens rea* donde la neuroimagen puede tener alguna aplicación real ("la neuroimagen no puede detectar los estados mentales específicos en el momento de la comisión de los hechos" sino solo con posterioridad), otro tipo de evidencia neurocientífica tiene la potencialidad de atacar la presunción de *mens rea* en una acción típica. Encontramos ejemplos en los Países Bajos:

Una mujer fue acusada de homicidio involuntario por presuntamente disparar a alguien alrededor de las 2:30 am durante la noche de Año Nuevo⁴⁵. La acusada afirmó no recordar nada después de haberse acostado a las 2:00 am, y aseguró haber actuado bajo la influencia de visiones oníricas mientras sonámbula o en un estado disociativo. Miembro de un club de tiro, la mujer dijo haber soñado que estaba en el campo de tiro. Tras sus declaraciones, se realizó una evaluación fisiológica del sueño. El psicofisiólogo concluyó que es probable que la acusada haya cometido el acto violento mientras dormía, ya que la actividad de la corteza frontal del cerebro disminuye significativamente durante la primera fase del sueño profundo, lo que puede llevar a comportamientos automáticos sin consciencia. Debido a esto, el tribunal la absolvió, considerando que actuó inconscientemente y no se pudo probar la intención.

En otro caso⁴⁶, una joven que hirió a su amiga con un cuchillo mientras dormía. No se pudo probar más allá de toda duda razonable la intención del acto, y la acusada fue absuelta.

En ambas situaciones, la evaluación psicofisiológica del sueño identificó un trastorno específico llamado "violencia durante el sueño", que también ha ocurrido en el Reino Unido, Canadá y Estados Unidos. Los investigadores han desarrollado protocolos para guiar a los expertos en tribunales sobre cómo diagnosticar estos trastornos y diferenciar el comportamiento auténtico de una simulación.

⁴⁵ Court of Zutphen Nov. 9, 2007, ECLI:NL:RBZUT:2007:BB7529. Citada en De Kogel (2015) p.590.

⁴⁶ Revisar *Ibidem*, p. 591.

iii. Evaluación de la competencia mental

Otro uso que resulta relevante es para la determinación de la competencia para ser juzgado (*competency to stand trial*), que implica la determinación sobre si el imputado tiene o no las capacidades cognitivas necesarias para entender los cargos que se le imputan, y desenvolverse en el proceso en su calidad de imputado. En los EE. UU., al menos un 15 por ciento de los usos de la neurociencia en juicio serían casos sobre determinación de competencia del imputado.

La evaluación puede ser solicitada en cualquier momento del proceso pero ocurre normalmente durante la fase preliminar al juicio (*pretrial*), en la que normalmente un juez entrevista directamente al imputado en una audiencia, y se vale de su propia percepción y de exámenes psicológicos para determinar la competencia, lo que ofrece una interesante área de entrada a las neurociencias para mejorar la calidad de la evaluación y reducir subjetividad, a través de neuroimágenes, pruebas neuropsicológicas e historial neurológico.⁴⁷

Destacaremos dos casos, en completos opuestos: *People v. Ruiz*⁴⁸, en el que un juez local declaró al acusado incompetente para ser juzgado en base a la evidencia neurocientífica; y por otro lado *Washington State v. Hodges*⁴⁹, en el que el acusado intentó fingir demencia luego de haberse declarado culpable para intentar anular su declaración. En el primer caso, Miguel Angel Ruiz fue acusado de matar a su madre a los 17 años. Durante el juicio, se hizo evidente su discapacidad en el habla y para manejar conceptos y entender a su abogado y el desarrollo del procedimiento. En el incidente de incapacidad, el jurado rechazó la solicitud, pero el juez que presidía el proceso vetó la decisión del jurado -cosa poco frecuente- en razón de la evidencia neurocientífica que respaldó el “bajo desarrollo del hemisferio izquierdo del cerebro del acusado”, quien fue sobreseído. Por su parte, en *Hodges*, las artimañas del acusado fueron reveladas por los exámenes neuropsicométricos y la declaración de culpabilidad no fue anulada.

⁴⁷ Farahany (2016) p. 495.

⁴⁸ *People v. Ruiz*, 2010 WL 298561 (Cal. 5th. Dist. Ct. App. 2010).

⁴⁹ *State v. Hodges*, 156 Wash. App. 1015 (Wash. Ct. App. 2010).

iv. Responsabilidad penal adolescente

En materia de responsabilidad penal adolescente, la ciencia del cerebro ha tenido aplicación práctica efectiva en evitar la pena de muerte en menores. En los Estados Unidos, *Roper v. Simmons*, sentó el primer precedente que prohibía la pena capital para delincuentes juveniles como “clase”. En la misma línea, *Graham v. Florida* y *Miller v. Alabama* aplicaron el precedente de Roper prohibiendo cadena perpetua sin libertad condicional por delitos que no fueran de homicidio, y en ambos se hizo una referencia explícita al desarrollo de la investigación neurocientífica en sus fundamentos.

v. Credibilidad de testimonios

Es destacable como la tremenda mayoría de las imágenes neuronales presentadas son de tipo estructural, siendo las imágenes funcionales como la fMRI prácticamente no utilizadas, contrario a la alta atención que ha suscitado en la doctrina y prensa su potencial uso como “detector de mentiras”. Con todo, es interesante mencionar el connotado caso del uso de un escáner cerebral *brain electrical oscillation signature* (BEOS) como base para la evaluación de la credibilidad de la declaración de no culpabilidad de dos imputados en un caso en India, que se convirtió en el primer país del mundo en condenar a un acusado de asesinato en base a un análisis que determinaba un “conocimiento experimental o de memoria” del acusado respecto del crimen⁵⁰.

⁵⁰ Sánchez (2020) p. 233.

CAPÍTULO DOS: ANÁLISIS NORMATIVO. LA RECEPCIÓN DE PRUEBA NEUROCIENTÍFICA EN EL PROCESO PENAL CHILENO

El segundo capítulo aborda recomendaciones esenciales para la incorporación de información neurocientífica en el proceso penal chileno, centrándose en las buenas prácticas para la presentación de imágenes neurológicas y el uso adecuado del conocimiento derivado de las neurociencias como medio probatorio. Este capítulo explorará cómo estas herramientas pueden ser utilizadas de manera efectiva dentro del marco jurídico chileno, garantizando la fiabilidad y validez de las pruebas presentadas.

1. LA PRUEBA PERICIAL CIENTÍFICA EN EL PROCESO PENAL CHILENO

a. La prueba neurológica como prueba científica.

La prueba científica responde a la necesidad del juzgador de recurrir a nociones científicas para establecer o interpretar circunstancias de hecho, que escapan a su comprensión no especializada.

Existe un amplio consenso en la doctrina que el uso de la ciencia y tecnología como prueba en el ámbito judicial ha ido en creciente aumento⁵¹ ante la relevancia global que ha adquirido el conocimiento experto, que ya ha penetrado en diversas áreas del desenvolvimiento de las personas. En efecto, se habla de un “boom” de las pruebas científicas, de frecuente uso en la investigación penal y como fundamento de pronunciamientos condenatorios⁵² en jurisdicciones de muy distintos lugares y tradiciones jurídicas.⁵³

El concepto de prueba científica ha resultado difícil de definir y determinar su naturaleza y límites no es asunto pacífico en doctrina, en tanto intervienen múltiples variables no jurídicas en ello. Se cuestionan criterios para su admisibilidad y valor probatorio e, inclusive, sobre su finalidad teleológica; Para Taruffo (2005), las propias tensiones que existen dentro de la

⁵¹ Duce (2018) p. 225.

⁵² Miranda et al. (2012) p. 357.

⁵³ Duce (2018) p. 227.

relación ciencia-derecho han sido expresadas en la palestra de discusión sobre su introducción procesal⁵⁴.

Sobre la definición de prueba científica (o su falta), Gómez Colomer señala que “es un concepto que si bien, se desconoce el cómo precisar su significado es, con todo, útil y goza de una plasticidad evidente”⁵⁵, queriendo significar un concepto flexible en su contenido, que en el contexto jurídico es entendido de manera natural por la mayoría como hechos cuya explicación están basados en descubrimientos científicos, resultado de una tecnología específica y cuya interpretación escapa, al menos de manera inmediata, a los conocimientos del letrado en derecho e inclusive del juez.

En este concepto laxo de prueba científica se pueden enmarcar con facilidad tanto los conocimientos afianzados en neurociencias como las neuroimágenes, en tanto ambas requieren de un saber específico para poder explicar ciertos hechos en el contexto procesal por resultar de corriente inentendibles para el juzgador y los operadores del derecho.

Función epistémica de la prueba científica.

En cuanto a su función y relevancia para el proceso, Taruffo (2005) define la prueba científica como el *posible*⁵⁶ empleo de la ciencia como instrumento para la averiguación de la verdad sobre los hechos que deben ser analizados en el contexto procesal, esto es, el valor probatorio de la ciencia radica en que está normalmente representa una fuente de conocimiento y de determinación de la verdad de los hechos de la causa, visión que revela a la prueba como instrumento de valor epistémico y no un mero instrumento retórico al servicio de las partes⁵⁷.

Esta búsqueda de la verdad, a través de grados de acercamiento a la realidad se ha esgrimido como la finalidad del proceso en su conjunto, y estaría derivada de las expectativas de lo que en una sociedad occidental moderna es el ideal de decisiones judiciales “justas”⁵⁸. Esta función teleológica se comunica a los medios probatorios, y opera como su estándar de medida de validez.

⁵⁴ Taruffo (2005) p. 1286.

⁵⁵ Gómez Colomer (2017) p. 3.

⁵⁶ El énfasis es nuestro.

⁵⁷ Taruffo (2005) p. 1285.

⁵⁸ Otros autores relativizan esta búsqueda de la verdad, asignando funciones, por ejemplo, de mera solución de controversias; o consideran que puede contar con elementos con fundamentos tanto epistémicos como extra epistémicos, pero no podremos verlas en detalle en el desarrollo de este trabajo.

Fiabilidad en la prueba científica.

Este adjetivo de “posible” utilizado por Taruffo (vid. supra) que condiciona su utilización alude a las discusiones sobre la calidad epistemológica de la prueba presentada, esto es, la necesidad de distinguir entre “buena ciencia” y “mala ciencia” invocada en juicio, esta última referida a casos en que las afirmaciones o conocimientos presentados carecen de fundamento o credibilidad (epistemológica), por ser las informaciones alegadas incorrectas, incompletas, faltas de verificación según procedimientos propios de la ciencia, o bien referidas erróneamente por los alegatos de las partes o derechamente manipuladas o falseadas⁵⁹.

En la literatura se debate en profundidad respecto de cuáles deben ser los criterios de aceptación de la fiabilidad de la ciencia empleada en el proceso, discusiones que devienen en cuestionarse qué es ciencia y qué no lo es, en un intento por disipar dudas sobre dónde se traza el límite de los “conocimientos científicos afianzados”.

Para Gómez Colomer, lo relevante para que la prueba científica tenga calidad de tal, no es recurrir a si su contenido cabe o no en tal definición de lo que constituye “verdadera ciencia” o “ciencia de calidad” en un sentido meramente de comparación conceptual, sino que sea sometida a un análisis de su valor epistemológico acorde a criterios válidos según el estándar vigente en la ciencia de la que se trata⁶⁰. Esto, en consonancia con una certeza procesal sobre cómo y de qué manera aportar al juicio. no qué es ciencia y por tanto y en consecuencia tampoco qué es prueba científica.

Para Taruffo, no existen reglas específicas atinentes a la valoración de las pruebas científicas: “[...] las pruebas científicas no son distintas de las demás pruebas, y pueden también combinarse con las pruebas ‘ordinarias’ —es decir, no científicas— para aportar la confirmación de la veracidad de un enunciado de hecho”. Tal enfática aseveración nos llevará a analizar su validez. Si bien es rescatable el punto sobre su combinación con pruebas “ordinarias”, estrategia que, de hecho, es una práctica recomendable en la jurisprudencia analizada en este trabajo, podemos señalar que la completa inexistencia de reglas específicas de validación (o admisibilidad inclusive) no se corresponde con la realidad procesal actual.

⁵⁹ Taruffo (2005) p. 1290.

⁶⁰ Gómez Colomer (2017) p. 6.

b. Mecanismos procesales de evaluación de la fiabilidad científica: la admisibilidad de la prueba y los Estándares *Frye* y *Daubert*.

La admisión de la prueba es una fase previa a la del juicio en la que se hace una valoración sobre las pruebas presentadas por las partes, en base a su calidad de aportación a la búsqueda de la verdad procesal, excluyendo aquellas de baja calidad epistémica. El criterio determinante para determinar la admisibilidad es el de la “relevancia” (*relevance*), siendo relevante la prueba que tiende a hacer más probable (o menos improbable) un hecho que fundamenta la acción procesal.

La institución es propia de los sistemas del *Common Law*, donde tiene lugar en audiencias previas a la del juicio, ante un juez letrado sin presencia del jurado (juzgador de fondo). Para el juicio de admisibilidad el juez echa mano tanto a las reglas legales (por ejemplo, en Estados Unidos tienen vigencia los estatutos estatales sobre regulación de la evidencia y el Código Federal de Evidencia, dependiendo de la naturaleza del delito o materia) como a precedentes judiciales. Para la admisión de la prueba científica reglas de precedente como el “estándar *Daubert*” operan de manera generalizada, con los matices que ya hemos estudiado.

La discusión acerca de la validez de la introducción de la ciencia en los tribunales ha sido ampliamente debatida en doctrina y jurisprudencia, en especial en los Estados Unidos se ha discutido más que en cualquier otro país. Los casos *Frye* y *Daubert* no solo han fijado precedente judicial en esa judicatura, sino que devinieron en referentes en otras jurisdicciones, incluyendo países de tradición del *Civil Law*. Tradicionalmente y hasta inicios del siglo XX, los jueces analizaban la evidencia científica como cualquier otro tipo de prueba, sin atender a sus particularidades.

La postura del caso *Frye v. United States*: En la decisión del caso de 1923, se establece que las nuevas pruebas científicas son admisibles en los tribunales si gozan de aceptación general en la comunidad científica correspondiente. El criterio de validez recae en la opinión científica mayoritaria.

El estándar *Frye* era utilizado a lo largo del país hasta el advenimiento del caso *Daubert*. Como antecedente, en 1968, el Congreso de los EUA promulgó las Reglas Federales de Prueba (*Federal Rules of Evidence*, FRE) que establecen un estándar más laxo para la admisibilidad en juicio de prueba testimonial científica. En vez de exigir la “aceptación general” de la técnica científica utilizada en la prueba, el estándar de las FRE sumaba tres otros requisitos:

- si la metodología es testable,
- si ha sido sometida a revisión por pares,
- su tasa de error conocida o potencial.

La doctrina del caso *Daubert v. Merrell Dow Pharmaceuticals*: Las nuevas pruebas científicas son admisibles en un proceso siempre que el tribunal quede satisfecho con la confiabilidad del método utilizado, independientemente de si dicho método goza de aceptación general en la comunidad científica. Para esta postura lo importante es la opinión del juez, aun si discurre en contra de la opinión científica.

La opinión judicial que devendría en estándar surgió en el caso presentado en 1993, en un tribunal local en California. Los actores, dos familias, demandan responsabilidad extracontractual de la farmacéutica por los defectos de nacimiento de sus hijos, supuestamente causados por la ingestión prenatal de un medicamento vendido por la empresa. En primera instancia, el tribunal local falló sumariamente rechazando la demanda, pero las familias recurrieron hasta llegar a la Corte Suprema de los EE.UU. Al presentar la demandante sus pruebas en una audiencia de admisibilidad, la Corte Suprema reemplazó la supremacía del estándar Frye en casos federales con el estándar establecido por las Reglas FRE. Esto ha permitido un uso más liberal de la evidencia científica en los tribunales, a saber, técnicas y resultados científicos que aún no han logrado la aceptación generalizada de la comunidad científica.

La aplicación de los estándares de admisibilidad a la prueba neurocientífica (en EE. UU.)

Con respecto a las pruebas neurológicas, pese a que la introducción de la neuroimagen lleva más de treinta años de historia, los tribunales estadounidenses continúan valorando cuál es la mejor manera de aplicar las normas probatorias a las nuevas formas de evidencia neurocientífica. Parece que lo más conveniente sean aplicaciones cuidadosas y específicas según el contexto, por lo que las autoridades pueden usar diferentes estándares en función de los intereses específicos en juego. En la práctica, el estándar que regula la admisibilidad de la prueba científica en varios tipos de tribunales es el Daubert.

Por el momento, la evidencia neurocientífica ha sido introducida en el proceso penal estadounidense mediante el testimonio de expertos, así como en forma de gráficos de las imágenes obtenidas a través de métodos como la RMf o la electroencefalografía (EEG). Sin embargo, teniendo en cuenta el diseño institucional vigente en este sistema, su admisibilidad

es altamente contextual incluso en el sistema federal. Esta divergencia se produce al contar con diferentes jurisdicciones superpuestas (local, estatal y federal) con reglas de admisión propias, lo que comporta aplicaciones verdaderamente dispares. En todo caso, es más fácil su admisión en la última fase de sentencia, pues cuando se discute la culpabilidad, normalmente este tipo de pruebas son rechazadas.

En cuanto a su aceptación como medio probatorio, en los Estados Unidos la prueba neurológica y los argumentos basados en conocimiento neurocientífico que más rápidamente y extensamente han cobrado relevancia son aquellos en los que los argumentos están basados en comportamientos de grupos, y no en el problema metodológico de pasar de una inferencia grupal a un caso individual (el problema G2i). Así, destacan los avances en responsabilidad penal adolescente, como se adelantó en la última sección del primer capítulo de este trabajo.

c. La prueba neurocientífica como prueba pericial.

Se ha calificado a la pericia como aquella en que el juzgador se vale de los conocimientos específicos de un tercero sobre un área o materia en concreto para dar sustento a su decisión judicial⁶¹. Corresponden a exámenes que requieren de conocimientos técnicos y/o científicos especializados, desde analizar datos encriptados en un dispositivo celular hasta interpretar con experticia médica imágenes de alto nivel técnico.

Existe debate doctrinal de larga data sobre la relación conceptual entre prueba científica y pericial, considerándose, por ejemplo, género a la prueba última y especie a la primera. De manera similar, no existe un acuerdo definitivo sobre la naturaleza de la prueba pericial, cuestión problemática especialmente en el contexto de la clasificación clásica dualista de prueba documental y testimonial. Por nuestra parte, seguimos la doctrina que considera que resiste poca discusión práctica la diferenciación entre prueba científica y pericial, toda vez que, para la fundamentación de una decisión judicial en base a la ciencia o técnica, de manera casi absoluta los jueces -letrados o no- utilizarán como base el conocimiento de alguna persona experta, el o la perito, y no su conocimiento científico privado, en el improbable caso de contar

⁶¹ Luna Salas (2019), p. 150.

con alguno. Como ya examinamos a propósito de la definición de prueba científica, la prueba pericial está en creciente y constante utilización en todo tipo de procesos judiciales.

En cuanto a su naturaleza, sería una prueba de carácter personal, donde el perito debe comparecer con el fin de exponer al tribunal y las partes la metodología empleada en el estudio del objeto periciado y para explicitar y explicar sus conclusiones⁶². El elemento de prueba es la pericia y el medio de prueba es el perito declarando personalmente.

Más aún, si contrastamos su caracterización con la propia de la prueba documental, seguiremos a Miranda et al. (2012) en que

“aquella [la prueba documental] se entiende por la que tiene forma escrita y que así permite su incorporación a juicio mediante lectura (...) diferenciándose de aquellos que requieren para su incorporación de una descripción suficiente y exhibición, proyección para posibilitar su percepción visual o auditiva. Un documento no es un objeto material, ni una prueba personal documentada. Tampoco es documento el informe pericial escrito que no pierde su calidad de prueba pericial y se debe regir por tanto por sus normas especiales”⁶³.

En atención al espacio y enfoque limitados para este trabajo, nos referiremos sólo superficialmente a estas discusiones y con énfasis en lo que atañe a nuestro objeto de estudio, las pruebas neurocientíficas. En ese respecto, el carácter de prueba pericial emana claramente de la frecuente práctica detectada en el análisis jurisprudencial comparado, de presentar la evidencia neurocientífica mediante informes y mayoritariamente, mediante un experto neurólogo citado a testificar en la fase de juicio.

2. ADMISIBILIDAD DE LA PRUEBA CIENTÍFICA ANTE TRIBUNALES DE GARANTÍA.

a. Normas que regulan la prueba pericial científica en el CPP.

La prueba científica no tiene una regulación especial en nuestro ordenamiento, ni en cuanto a su admisibilidad ni a sus limitaciones. Lo que resulta regulado en el proceso penal chileno es la prueba de peritos, regulada en los artículos 314, 319 y 329 del CPP.

⁶² Miranda et al. (2012) p. 213.

⁶³ Miranda et al. (2012) p. 180.

Desde una perspectiva de su caracterización, la normativa se centra en las aptitudes del perito, en la distinción del sujeto debido a su destreza o expertiz en el marco de una disciplina especializada. Es tal experticia el elemento que distinguiría al perito del testigo, en tanto ambos son terceros ajenos a un juicio al que son citados a deponer. Está designada en el código procesal penal como “idoneidad profesional”, y quiere decir conocimientos especiales de una ciencia, arte u oficio.

En los sistemas de *Civil Law*, resulta corriente la ausencia de reglas sobre la determinación de la validez epistemológica de la prueba científica. Generalmente, su regulación se restringe a exigir credenciales sobre la experticia del perito y no respecto de la “calidad” de la ciencia empleada en su informe o deposición, que es dejada exclusivamente a los jueces del fondo, sin un estándar claro. Esta actitud legislativa ha sido criticada por una doctrina más moderna, en tanto la ausencia en el proceso de adecuados controles de calidad de los dictámenes periciales puede conducir a convertir al perito o experto en el verdadero decisor de la causa, en tanto tales dictámenes no sufren ninguna valoración expresa salvo las credenciales de la persona que se presenta como experta⁶⁴.

Así, ya el antiguo Código de Procedimiento Penal chileno establecía que para darse por cierto un hecho en base a peritajes se requería de dos informes contestes efectuados por peritos diferentes. Respecto a la norma de admisibilidad del perito, también se consideraban las causales de exclusión por inidoneidad con respecto a la determinada ciencia que profese. Sin embargo, no existía regulación expresa sobre la calidad de los informes sino en cuanto se requiere que sean contestes respecto del propio de otro perito.

En los sistemas jurídicos europeo-continenciales no existe realmente un control de admisibilidad científica de las pruebas periciales en los términos existentes en el modelo estadounidense. En principio, todas las pruebas que revistan las calidades de pertinentes y legales deben ser admitidas y se deja para el momento procesal de la valoración de fondo la cuestión sobre su validez científica, con arreglo al principio de la libre valoración de la prueba, y sin mayores precisiones. Este modelo de control y valoración ofrece notables desventajas. Por un lado, focaliza su atención en aspectos meramente procedimentales y/o de pertenencia del perito a organismos oficiales, criterio del cual se hace depender su imparcialidad y, además, la aceptación o no de sus conclusiones. Por otro lado, es habitual aplicar a la valoración de la prueba pericial criterios propios de una prueba testimonial que carecen de

⁶⁴ Miranda et al. (2012), p. 357.

toda consistencia científica (contundencia y coherencia de las afirmaciones del perito, inexistencia de móviles espurios, claridad expositiva...). Criterios que presentan un carácter puramente formal y eluden cualquier análisis acerca de la metodología científica empleada. Por último, se genera un fenómeno de renuncia a una valoración y control crítico por parte del juez de los resultados de la prueba científica, mediante su aceptación como una suerte de "prueba legal" o "tasada"⁶⁵.

Determinación de la idoneidad del perito

Para demostrar la calidad del perito y su condición de tal las partes deben aportar en la audiencia de preparación de juicio oral los comprobantes que acrediten su idoneidad profesional (arts. 314, inc. 1°, y 315, inc. 1° CPP), normalmente, el curriculum o historia profesional del perito, copias de sus certificados de título correspondiente, cursos de especialización y certificados de tribunales donde los peritos han declarado previamente⁶⁶, documentos que serán evaluados por el Juez de Garantía en la fase intermedia del control de admisibilidad. La parte contraria puede discutir la suficiencia del perito ofrecido.

En su control el Juez determina que los peritos otorgan "suficientes garantías de seriedad y profesionalismo" y puede limitar su número en el evento de considerarlos excesivos o si pudiese su número entorpecer la realización del juicio (art. 316, inc. 1° CPP). La sanción para la no acreditación profesional del perito es la inadmisibilidad probatoria, de acuerdo al art. 316 CPP⁶⁷ y puede ser considerada como expresión de exclusión por falta de relevancia⁶⁸.

En el caso de los peritos "institucionales" -aquellos presentados por el ministerio Público que son miembros de los organismos técnicos que auxilian al Fiscal en la investigación, ya sean integrantes de las Policías, el propio MP u otros organismos estatales especializados (art. 321 CPP)-, el juez podrá ser más laxo en el examen de idoneidad, en atención a los procesos de selección que se presuponen para entrar a la determinada institución.

⁶⁵ Para un análisis extenso, ver Miranda et al. (2012), pp. 357 ss.

⁶⁶ Miranda et al. (2012) p. 162. Para el autor, podría bastar el curriculum o título profesional e inclusive menores antecedentes cuando la calidad de perito le conste por hechos públicos o notorios o el conocimiento privado del juez. Al efecto cita fallo de la corte de Arica (resol. De 26/11/2010 en causa Rol N°241-2010) en que se rechaza petición de inadmisibilidad de perito miembro de la PDI, ofrecida por el MP, en base a su solo CV.

⁶⁷ Ídem.

⁶⁸ Ídem.

Presentación del perito

Es requisito para la intervención de los peritos en el proceso que sean ofrecidos oportunamente por la parte que los presenta, para permitir a la contraparte preparar su refutación, en respeto del principio de contradicción⁶⁹; y que sean presentados en el juicio oral a declarar por el respectivo interviniente.

- El Fiscal debe ofrecerlos en la acusación escrita, individualizando al perito e indicando sus títulos y calidades (art. 259 inc. 1° letra e, e inc. 2° CPP);
- El querellante debe hacerlo durante su acusación particular o la adhesión a la acusación en los mismos términos (art.261, letra c, CPP);
- La defensa por escrito hasta la víspera de la audiencia de preparación o verbalmente en la audiencia con las mismas indicaciones que los anteriores.

A continuación del ofrecimiento, en la audiencia de preparación de juicio corresponde la presentación de los antecedentes que acrediten su experticia (vid infra) y el texto escrito de la pericia o informe pericial, con el fin de permitir a la contraparte y al tribunal testear la pertinencia (relevancia) y científicidad de su metodología y conclusiones⁷⁰.

Los fiscales del Ministerio Público tienen la obligación de efectuar una investigación objetiva y completa. Esto, en tanto cuentan con el monopolio de la persecución penal estatal, por lo que su acción debe orientarse a la aplicación correcta de la ley penal y procurar alcanzar la verdad de los hechos de acuerdo a criterios de objetividad y profesionalismo, no pudiendo ocultar por razones estratégicas hechos relevantes ni pruebas que vayan en contra de su teoría del caso⁷¹ ni pudiendo descartar hipótesis posibles ajenas a su investigación, especialmente aquellas invocadas por el imputado o su defensa cuanto tienen cierta plausibilidad.

b. ¿Existe admisibilidad o exclusión probatoria en Chile?

La admisibilidad es como tal una figura ajena a los sistemas de tradición continental, por la limitación dada por el principio de libertad de prueba. No obstante, siguiendo a Vera Sánchez⁷²,

⁶⁹ Miranda et al. (2012) p. 161.

⁷⁰ Miranda et al. (2012) p. 213.

⁷¹ Maturana y Montero (2017) p.1008.

⁷² insertar

existe un cierto correlato en la institución de exclusión de la prueba que se hace en base a los conceptos de relevancia, utilidad e idoneidad de la prueba, aunque sin la riqueza epistemológica de la versión anglosajona.

En derecho anglosajón, la relevancia es tabla de medida para la inclusión de medios de prueba (*evidence*), mientras su correlato en derecho continental se ha llevado a cabo a través de los criterios de pertinencia, utilidad e idoneidad.

La medida de la relevancia evalúa si la prueba ofrecida se relaciona con el objeto de la controversia o los hechos de la investigación penal, quedando excluidos meramente aquellos que son de manifiesta irrelevancia.

El examen de idoneidad y utilidad apunta más bien a dilucidar si el tipo de prueba, digamos un peritaje científico, es el apropiado para dilucidar hechos del caso y no otro diferente, como si dijéramos se busca probar una lesión ósea, el presentar una radiografía es *prima facie* útil, en cambio la presentación de un cálculo de masa muscular no tendría utilidad alguna, y sería completamente idónea.

La admisión de prueba en el CPP. Prueba irrelevante e ilícita.

En la regulación procesal chilena se contempla la fase de exclusión de la prueba, consagrada en el artículo 276 del Código Procesal Penal. Esta fase tiene lugar en la denominada etapa intermedia del proceso, esto es, en la audiencia de preparación del juicio oral, ante el Juez de Garantía y constituye un control procesal propio de un juicio ordinario por crimen de acción penal pública, cuya finalidad es la realización de un juicio legítimo, pertinente y eficiente ante el tribunal colegiado⁷³

Artículo 276. Exclusión de pruebas para el juicio oral. El juez de garantía, luego de examinar las pruebas ofrecidas y escuchar a los intervinientes que hubieren comparecido a la audiencia, ordenará fundadamente que se excluyan de ser rendidas en el juicio oral aquellas que fueren manifiestamente impertinentes y las que tuvieren por objeto acreditar hechos públicos y notorios.

Si estimare que la aprobación en los mismos términos en que hubieren sido ofrecidas las pruebas testimonial y documental produciría efectos puramente dilatorios en el juicio oral, dispondrá también que el respectivo interviniente reduzca el número de testigos o de

⁷³ Miranda et al. (2012) p.162.

documentos, cuando mediante ellos desee acreditar unos mismos hechos o circunstancias que no guarden pertinencia sustancial con la materia que se someterá a conocimiento del tribunal de juicio oral en lo penal.

Del mismo modo, el juez excluirá las pruebas que provinieron de actuaciones o diligencias que hubieren sido declaradas nulas y aquellas que hubieren sido obtenidas con inobservancia de garantías fundamentales.

Las demás pruebas que se hubieren ofrecido serán admitidas por el juez de garantía al dictar el auto de apertura del juicio oral.

Desde esta perspectiva, el CPP chileno sería tributario del principio de inclusión de la prueba relevante, por lo que las exclusiones probatorias basadas en filtros epistémicos o extraepistémicos, además de expresamente consignadas, deben ser interpretadas estrictamente al haber optado el legislador solo por el control de mínimos epistémicos en sede de admisibilidad probatoria.

Se argumenta que el legislador chileno, en cuanto a la admisión de pruebas en el proceso penal, ha adoptado el principio de inclusión de la prueba relevante. Este principio se desarrolla mediante el control de una relación lógica de la información de la prueba con el tema a probar y una relación de probabilidad, de modo que cualquier dato mínimo pueda contribuir a determinar la probabilidad de algún enunciado fáctico relevante para la decisión sobre los hechos del caso.

El legislador privilegia la mayor entrada de información posible en el juicio, aumentando así la probabilidad de llegar a la verdad. Las normas vigentes contienen reglas estrictas de exclusión, como la "manifiesta impertinencia", y una regla de cierre que refuerza el principio de inclusión (art. 276 CPP, inciso final). Además, frente a diversas problemáticas epistemológicas, el legislador asigna un riesgo de error que permite controlar en la admisión un mínimo epistemológico de la prueba, considerando también el derecho a la prueba como parte del debido proceso, los principios de economía procesal y la titularidad de la decisión jurisdiccional de los hechos por parte del tribunal.

Desde un punto de vista teórico, Vera Sánchez plantea que pueden construirse de manera deductiva y a contrario sensu criterios de inclusión de la prueba, atendiendo tanto a criterios epistémicos como extra epistémicos, en atención a los valores que se encuentren en juego en lo que denomina un verdadero sistema a partir del cual el legislador configura una serie de

opciones políticas entre los diversos intereses en juego⁷⁴, que manifiestan serias tensiones en la fase probatoria, con la finalidad de equilibrar la potencialidad demostrativa de la prueba con otros muchos factores.

Si situamos el contexto de análisis en el proceso penal chileno, podemos formular los siguientes planteamientos en línea con lo expuesto con anterioridad. El art. 316, inciso primero, del CPP condiciona la admisibilidad de los informes periciales a que el juez de garantía "considere que los peritos y sus informes otorgan suficientes garantías de seriedad y profesionalismo". En realidad, lo que el legislador chileno está afirmando es que la admisión de las pruebas periciales y, por tanto, de las pruebas científicas, se verifica cuando cumplen con estándares mínimos de calidad y seriedad.

c. Errores y falacias comunes en el uso de información neurocientífica como prueba en juicio.

Consideramos necesario hacer el alcance sobre riesgos específicos de error pericial, o más bien, de errores comunes de interpretación judicial en base a lo presentado por los peritos, en materia de neurociencias.

A nivel del valor de la neurociencia en juicio, atendido el estado del arte, si bien es posible monitorizar la actividad cerebral en tiempo real y diagnosticar algunas patologías, la explicación de los procesos mentales a través de estas observaciones sigue siendo opaca. En el caso de las imágenes neuronales, es necesario poner cautela tanto en la interpretación de las activaciones obtenidas como en la lectura de trabajos que hagan referencia al su uso, entre ellos, observar detenidamente las relaciones de causalidad e inferencia de hechos a partir de datos.⁷⁵

El neurocientífico Octavio Choi advierte en atención a su experiencia en tribunales sobre el mal uso o tergiversación del conocimiento neurocientífico, utilizando especulaciones revestidas de hechos, incurriendo en errores de razonamiento lógico y echando mano a conclusiones apresuradas no respaldadas por suficientes pruebas científicas.⁷⁶

⁷⁴ Vera Sánchez (2019).

⁷⁵ Alemán Ortiz (2021) pp. 119-130.

⁷⁶ Choi (2017) pp. 278-285.

i. Causalidad entre comportamiento y áreas del cerebro. El error de la inferencia inversa.

Un aspecto fundamental para comprender el cerebro humano radica en identificar la relación entre áreas cerebrales específicas y sus funciones correspondientes. Por ejemplo, las regiones dentro del lóbulo occipital están consistentemente asociadas con el procesamiento visual, en una relación denominada especialización funcional, pero no de manera absoluta. Para efectuar tareas la relación entre la estructura cerebral y los procesos mentales suele caracterizarse por un mapeo "de muchos a muchos" en un "proceso distribuido"⁷⁷.

Así, el hecho de que un área se active durante la ejecución de una tarea no implica que esa área sea indispensable para la tarea en cuestión⁷⁸ y los peritos deben ser muy cautelosos al emitir aseveraciones que interpreten la activación o ausencia de actividad en determinada área del cerebro como prueba irrefutable de que la persona experimenta un determinado estado mental⁷⁹. Un área puede estar involucrada en múltiples procesos mentales, mientras que un proceso mental particular puede implicar diversas áreas cerebrales. En consecuencia, intentar inferir un proceso mental específico únicamente a partir de la observación de la actividad en una región cerebral particular se vuelve desafiante, si no imposible.

El error o falacia de inferencia inversa (*reverse-inference error*) se encuentra bastante presente en la interpretación de estudios con neuroimágenes funcionales⁸⁰. En efecto, la fMRI, al igual que todas las técnicas de neuroimagen y electrofisiología, es correlacional, es decir, no permite determinar causalidad, sino que se infiere la participación de un proceso cognitivo específico en la realización de una tarea a partir de la activación de una región particular del cerebro.

⁷⁷ "It is generally accepted now that brain functions are indeed localized (functional specialization), but only to a certain extent. The consensus view of modern neuroscience is that the brain accomplishes its tasks by dynamically recruiting networks of interconnected brain modules that combine to process and compute the required solution, a model called distributed processing." Choi (2017) p. 280.

⁷⁸ Alemán Ortiz (2021) pp. 119-130.

⁷⁹ "Dado que todas las áreas cerebrales conocidas están implicadas en múltiples procesos, el conocimiento de la actividad de una sola área no puede establecer por sí mismo lo que esa área cerebral estaba haciendo en ese momento. Considerando que la amígdala se activa ante imágenes amenazadoras, imágenes sexuales, rosquillas y rinocerontes cromados, el conocimiento de la actividad de la amígdala por sí solo no significa necesariamente que la persona estuviera experimentando miedo. No todo el que viste de negro viene de un funeral." Choi (2017) p. 280 (traducción propia).

⁸⁰ Ibidem, p. 279.

ii. Dificultad de inferencia de grupo a individuo.

Otro error encontrado frecuentemente es la atribución de deficiencias funcionales a defectos cerebrales del imputado sin efectuar corroboración por vía de *tests* de comportamiento o de capacidad mental. El problema radica en la variabilidad biológica, la cual limita nuestra capacidad de predecir discapacidades en individuos a pesar del conocimiento de los efectos promedio de los defectos cerebrales en grupos, a saber, las diferencias genéticas entre individuos pueden resultar en una activación cerebral divergente para tareas similares⁸¹. Esta dificultad metodológica se denomina problema de inferencia de grupo a individuo (abreviado G2i en la literatura inglesa). Varios factores influyen para tener una incerteza al momento de inferir malfuncionamiento al observar daño estructural. Los estudios que identifican asociaciones de defectos cerebrales con discapacidades suelen hacerlo comparando un grupo de sujetos con un defecto localizado con un grupo de sujetos sin dicho defecto ("controles sanos").

Es así, como los experimentos empíricos operan con una estructura diferente a la función jurisdiccional. Los primeros pretenden alcanzar un conocimiento de grupo sobre una cuestión. A partir del estudio de un pequeño grupo de personas, el objetivo es obtener conocimientos que puedan generalizarse a toda una población, dando lugar a conclusiones que son promedios de grupo, estadísticas. Por ejemplo, la investigación puede descubrir que la mayoría de los individuos que carecen de autocontrol muestran una mayor activación en el área cerebral X, pero en el tribunal se analiza el caso particular, que siempre puede ser una excepción a la mayoría.

En materias de comportamiento delictivo, lo que podríamos llamar "malfunciones sociales" como la agresividad o falta de control de impulsos, requieren de múltiples áreas y no pueden ser evaluadas solo en base al daño estructural en x sección del cerebro. La incapacidad para hacer predicciones individuales es un problema general para cualquier afirmación de que un defecto cerebral localizado es responsable de una discapacidad funcional en un individuo o que una discapacidad es causada por un defecto cerebral particular.

⁸¹ Esta variabilidad resulta contraintuitiva para quien no es experto: ¿Cómo es posible que una persona tenga un defecto cerebral pero no se refleje en su comportamiento? Choi bromea señalando que ha visto personas con "medio cerebro" desempeñándose sin problemas en todas las áreas de la vida. Un estudio que hizo seguimiento de varios años a recién nacidos que sobrevivieron pese a severo daño cerebral congénito, reveló que la mayoría de ellos habían desarrollado otras áreas de la masa gris para "compensar" su daño (concepto de redundancia neuronal) y un análisis de comportamiento no encontró diferencias funcionales considerables en comparación a un grupo de control.

2. PRESENTACIÓN DE PRUEBA NEUROCIENTÍFICA Y SU VALORACIÓN EN JUICIO ORAL

a. La intervención del perito en juicio.

i. Reglas generales de interrogación y contra interrogación.

La deposición de testigos y peritos y su examinación tienen cabida sólo en los procedimientos de juicio oral ordinario o del simplificado. Por “contrainterrogatorio” nos referimos al examen cruzado que haga la parte contraria a aquella que presentó el testigo o perito al juicio.

Art. 329 CPP, inc. 3°

“La declaración de los testigos se sujetará al interrogatorio de las partes. Los peritos deberán exponer brevemente el contenido y las conclusiones de su informe, y a continuación se autorizará que sean interrogados por las partes. Los interrogatorios serán realizados en primer lugar por la parte que hubiere ofrecido la respectiva prueba y luego por las restantes”.

El artículo 329 inciso tercero del Código Procesal Penal fija una suerte de íter de la declaración del perito en juicio, a saber, el perito tiene la obligación comparecer ante el tribunal y exponer acerca de la metodología empleada y las conclusiones a las que arribó, para luego ser interrogado por los intervinientes (fiscal, acusador particular o adherido y el defensor), partiendo por la parte que lo presentó. Las partes pueden leer secciones precisas del informe en caso de olvido o contradicción (art. 332). Finalmente, el tribunal podrá efectuar preguntas aclaratorias si lo estima conveniente⁸².

Como excepción, el art. 331 prescribe la situación extraordinaria de que el perito no declare presencialmente en la audiencia, sino que se haga una mera lectura o reproducción sonora de los registros en que consten sus declaraciones anteriores.

⁸² Miranda et al. (2012) p. 215.

Preguntas prohibidas y su impugnación

El CPP establece en su art. 330 inc. 1° la inadmisibilidad de ciertas preguntas, distinguiendo el interrogatorio del concontrinterrogatorio, a saber:

- Preguntas sugestivas. Aquellas que en su planteamiento contienen la pregunta o la sugieren con la finalidad de evitar que se impida al tribunal discernir el conocimiento que proviene del propio testigo del que ha sido “puesto” por la parte⁸³. Están prohibidas para la parte que presenta al perito en tanto su testimonio favorece al menos parcialmente las pretensiones de la parte que lo presenta y se encuentra comprometido en algún grado con su versión de los hechos⁸⁴. Al concontrinterrogar, el interviniente está autorizado para efectuar preguntas sugestivas e incluso confrontarlo con sus propios dichos u otras versiones de los hechos presentadas en juicio⁸⁵ (Art. 330, inc. 2° CPP), como una herramienta que el legislador entrega la parte que enfrenta a un testigo hostil, que no coopera o uno cuya declaración puede ser perjudicial para los intereses que representa.
- Preguntas engañosas, coactivas y confusas (Art. 330, inc.3°). Están prohibidas tanto durante el interrogatorio como en el concontrinterrogatorio, la ley no aporta su contenido normativo, que ha sido llenado mediante la práctica judicial en base a la experiencia y su sentido natural. Engañosas o “capciosas” son las que buscan inducir a error e incluyen las repetitivas; las coactivas procuran incidir en la libertad del testigo o perito, y las confusas son las que no se entienden y así pueden inducir a error.
- Preguntas impertinentes o inconducentes (Art. 292, inc. 1°). Determinadas por el Juez Presidente del tribunal, en su facultad de controlar la pertinencia y conducencia del debate. Son aquellas que se apartan del objeto del juicio y específicamente del punto sobre el que el testigo o perito fue citado a declarar.

Su impugnación efectuarse por el tribunal, de oficio, o por la contraparte mediante oposición fundada a través de un incidente de objeción de pregunta prohibida⁸⁶, que busca obtener la liberación del perito de su obligación de contestar la pregunta. En materia de oportunidad procesal, el incidente de objeción debe ser promovido antes de que el perito responda a la

⁸³ Ibidem p.143.

⁸⁴ Horvitz, citada en ídem, p. 143.

⁸⁵ Miranda et al. (2012), p.144.

⁸⁶ Ver Miranda et al. (2012) p. 145 para un detalle sobre su tramitación y posibles recursos que proceden sobre la resolución del incidente, en especial en lo que atañe a vulneración de garantías procesales.

pregunta, puesto que una vez evacuada la respuesta habrá precluido el derecho a oposición de la contraria.

Facultad de efectuar un nuevo interrogatorio

Por regla general, al concluir la declaración de un testigo o perito este queda relevado de su deber de comparecencia y puede retirarse del tribunal. Sin embargo, puede autorizarse un nuevo interrogatorio a solicitud expresa de parte (art. 329, inc. 5° CPP).

Su interpretación y aplicación no ha sido pacífica, y puede buscar restringirse su aplicación en base a instituciones como la preclusión o celeridad. Con todo, debe primar su interpretación en forma amplia en virtud del principio adversarial y la naturaleza cognoscitiva del juicio oral, que procura obtener una conclusión lo más aproximada a la verdad⁸⁷.

ii. La relevancia procesal de la actitud de la contraria.

Como hemos destacado de manera lata en la sección sobre juicio de admisibilidad, en materia de prueba científica la calidad epistemológica de la evidencia presentada por las partes resulta fundamental para determinar su eficacia como vía de alcanzar el convencimiento del tribunal.

En un sistema procesal como el chileno, que no ha configurado al juez de garantía con facultades de discernimiento sobre la calidad de la ciencia presentada por las partes, ni con una misión vigilante en ese respecto, queda a las propias partes establecer una posición crítica sobre la prueba pericial científica presentada por la contraria.

De esta manera, la figura del contrainterrogatorio, regulado en el artículo 329 CPP, cobra una relevancia especial que a menudo es pasada por alto. En su estudio empírico sobre la calidad de la prueba pericial en Chile y sus desafíos, Duce descubrió un escaso uso del contrainterrogatorio de los peritos, en especial por la defensa penal. Esto lleva a desaprovechar una de las escuetas oportunidades procesales para desafiar la prueba científica de la contraria y lleva a que, en los hechos, las pericias presentadas por el Ministerio Público carecen de todo juicio crítico. En principio, el tribunal tiene la facultad de efectuar preguntas aclaratorias hacia el final de la presentación de la pericial, sin embargo, no es algo

⁸⁷ Ibidem, p.148.

que ocurra con frecuencia, en especial considerando que tal facultad corresponde a una de las pocas excepciones al principio dispositivo del sistema procesal chileno.

El contraperitaje es otra herramienta a la que pueden echar mano las partes. En resumen, para Duce, los contraperitajes y contrainterrogatorios son herramientas fundamentales para asegurar la calidad y fiabilidad de la prueba pericial, pues constituyen un mecanismo de control entregado a la propia contraparte en cautela de sus intereses procesales. Este control es crucial para evitar errores judiciales y mejorar la fiabilidad de las decisiones judiciales basadas en la evidencia pericial.

Las funcionalidades de control de la calidad de la pericia científica pueden ser resumidas - siguiendo a Duce-, de la siguiente manera:

1. Control de Calidad: Los contraperitajes permiten a las partes del juicio presentar evidencia experta alternativa que pueda cuestionar o validar las conclusiones del peritaje inicial. Esto ayuda a garantizar que las conclusiones periciales sean robustas y basadas en métodos científicos adecuados.
2. Cuestionamiento en Juicio: El contrainterrogatorio es esencial para poner a prueba la solidez y la fiabilidad del testimonio de los peritos. A través del contrainterrogatorio, los litigantes pueden explorar posibles debilidades, inconsistencias o sesgos en la prueba presentada por los peritos de la contraparte.
3. Reducción del Riesgo de Sobrevaloración: La posibilidad de cuestionar la prueba pericial en juicio reduce significativamente el riesgo de que los jueces otorguen un peso indebido a la prueba pericial. Esto es importante porque los jueces pueden estar inclinados a sobrevalorar la evidencia pericial debido a la "aura" de autoridad que rodea a los expertos.
4. Mejora de la Comprensión Judicial: Los contrainterrogatorios y contraperitajes pueden ayudar a los jueces a comprender mejor la evidencia pericial, sus limitaciones y su contexto, lo cual es esencial para una valoración adecuada de la prueba.
5. Prevención de Errores Judiciales: Dado que la prueba pericial poco confiable ha sido identificada como un factor relevante en errores judiciales, la capacidad de cuestionar y contrastar esta evidencia es vital para prevenir condenas erróneas y asegurar la justicia.

b. Análisis crítico de la prueba pericial en Chile.

La creciente utilización de peritos en juicios penales ha revelado que este medio probatorio puede ser un factor significativo en errores judiciales, conduciendo a la condena de inocentes. Este fenómeno ha sido especialmente estudiado en Estados Unidos, con proyectos como el *Innocence Project*, que exoneran a personas condenadas injustamente, y en el Reino Unido, donde se han implementado reformas para mejorar la calidad de las pruebas periciales.

Las consecuencias negativas que examinaremos a continuación tienen relación con las críticas efectuadas a la regulación escasa y formalista de la pericial en los sistemas continentales.

Se identifican cuatro principales problemáticas con la prueba pericial⁸⁸:

1. Uso de prueba pericial poco confiable: Las pruebas se basan a menudo en disciplinas con poco rigor metodológico o científico, conocidas como "ciencia basura". Esto es un problema en varias jurisdicciones, incluyendo EE.UU., Reino Unido, Canadá, Alemania y China.
2. Testimonio inválido de los peritos: Los peritos a veces hacen afirmaciones sin apoyo empírico en su disciplina. Esto incluye errores en el uso de datos empíricos y conclusiones sin respaldo en la evidencia disponible.
3. Mal comportamiento de los peritos: Algunos peritos ocultan evidencia favorable, fabrican pruebas en contra del acusado, o presentan opiniones para apoyar indebidamente a las policías o fiscales, motivados por sesgos cognitivos y los incentivos del sistema adversarial.
4. Uso tardío de la prueba pericial: La evidencia pericial a menudo se evalúa tarde en la investigación penal, usándose más para asegurar una condena que como herramienta investigativa.

Estos problemas se agravan debido a dos fenómenos: la tendencia de los jueces a darle más peso a la prueba pericial que a otros medios y las dificultades de los litigantes para controlar la calidad de esta información en juicio.

⁸⁸ Para un análisis detallado de esta problemática, Duce (2018).

En Chile, se ha observado que prácticas similares pueden llevar a decisiones erróneas en la persecución penal. Hay cuestionamientos sobre la calidad y confiabilidad de algunas pericias, especialmente en disciplinas menos técnicas como la psicología y psiquiatría. Las investigaciones han mostrado que los peritajes frecuentemente carecen de explicación metodológica y justificación de sus conclusiones, lo que indica un trabajo deficiente en su elaboración y presentación.

Propuestas para abordar estos problemas incluyen:

1. Capacitación de los actores del sistema legal: Fortalecer el conocimiento sobre principios básicos de ciencia y disciplinas forenses, y desarrollar habilidades específicas para fiscales, defensores y jueces.
2. Fortalecimiento de las especialidades forenses y el trabajo de los profesionales expertos: Mejorar la calidad de los peritajes mediante el fortalecimiento de organismos auxiliares, promover estudios e investigación en disciplinas periciales, y aumentar el rol de colegios y asociaciones profesionales.
3. Reformas legales para mejorar el control sobre la prueba pericial: Introducir reglas específicas de admisibilidad para pruebas periciales y asegurar el acceso temprano a la información pericial para facilitar su estudio y confrontación en juicio.

Estas medidas buscan reducir los riesgos de errores judiciales y mejorar la calidad de la prueba pericial en el sistema de justicia penal.

c. Los criterios de valoración de la prueba científica en la sentencia.

El régimen procesal penal vigente en Chile, que entró en vigor de manera diferida desde el año 2000, transformó el sistema de valoración de la prueba, pasando de un modelo de prueba legal tasada a uno de libre convicción del juez. Este cambio refleja una tendencia general en los sistemas de derecho continental, que han incorporado influencias anglosajonas en diversas instituciones procesales.

Tradicionalmente, en los sistemas de tradición continental, el proceso penal adopta un enfoque inquisitivo, caracterizado por un estándar de prueba legal tasada. Sin embargo, en muchos

países, este modelo ha sido reemplazado, de manera gradual y extensa (como en Italia, España, Argentina y Chile), por el sistema de “libre convicción del juez”, que otorga al magistrado la facultad de valorar las pruebas en función del mérito de cada caso.

Además, el sistema inquisitivo ha sido sustituido por uno de partes, también influenciado por el modelo anglosajón, donde el tribunal se basa en las pruebas presentadas por las partes para tomar decisiones. Este nuevo enfoque permite al juez tener mayor libertad para evaluar los medios probatorios, generando expectativas respecto a la existencia de un estándar de validez de la prueba.

Este tema se abordará brevemente en atención al espacio disponible y porque no es el foco principal de esta tesis. Aunque se ha escrito mucho al respecto, nos limitaremos a tratar lo relevante para los objetivos de este trabajo.

i. La libertad de prueba.

La legislación procesal penal chilena consagra el principio de libertad de prueba, tal como establece el artículo 295 del Código Procesal Penal. Este artículo permite el uso de todos los hechos y circunstancias relevantes para la adecuada resolución del caso, admitiendo cualquier medio probatorio que cumpla con los requisitos legales. Así, conforme al artículo 295, las partes pueden incluir pruebas neurocientíficas en un proceso penal, las cuales suelen ser de carácter pericial y están reguladas como medios probatorios en el Código.

ii. Estándares de convicción. Duda razonable y sus implicancias.

El artículo 340 del Código Procesal Penal establece que nadie puede ser condenado a menos que el tribunal esté convencido, más allá de toda duda razonable, de que se cometió el hecho punible y de la culpabilidad del acusado. La convicción del tribunal debe basarse en las pruebas presentadas durante el juicio oral, sin que se permita la condena únicamente por la declaración del imputado.

La formulación de este estándar fue objeto de un amplio debate parlamentario, con el objetivo de evitar el sistema de prueba legal tasada. Se enfatizó que la convicción del tribunal no es

“absoluta”, sino que admite un margen de “dudabilidad”, lo cual es razonable, dado que en el razonamiento probatorio judicial y en cuestiones empíricas no es posible alcanzar conclusiones definitivas. La condena no debe producirse si existe una duda razonable, aunque el debate persiste en torno a lo que constituye dicha razonabilidad.

El veredicto y la sentencia definitiva deben dictarse en proximidad a la audiencia de juicio (artículos 343 y 344), lo que permite una adecuada ponderación de las pruebas aceptadas y rechazadas para establecer los hechos del caso (artículos 297 y 342 letra c).

Estándares de convicción objetivos

En los sistemas probatorios basados en la sana crítica, el tribunal debe explicar cómo llegó a su convicción, describiendo los elementos probatorios que sustentan su decisión. El juzgador emplea criterios racionales de valoración, algunos de los cuales son proporcionados por el legislador, mientras que otros son desarrollados por los propios jueces, típicos de los sistemas de libre valoración. Estos criterios son directrices flexibles que se adaptan a las particularidades de cada caso y guían al juez en su labor. Esto implica definir el grado de probabilidad o certeza necesario para aceptar una hipótesis como verdadera, así como formular objetivamente este estándar.

Existe un debate extenso sobre la relación entre prueba y verdad en el proceso penal. Se ha pasado de la dicotomía entre verdad material y verdad real al convencimiento del juez sobre la exactitud de las afirmaciones presentadas, partiendo de la premisa de que la verdad procesal es inalcanzable. Maturana menciona a Ferrer, recordando que el derecho procesal debe garantizar que la sanción recaiga “sobre todos los infractores y solo sobre ellos”, lo que implica una correlación entre lo probado en el proceso y la verdad de los hechos.

Larry Laudan sostiene que, desde un punto de vista epistemológico, es esencial establecer estándares de prueba que indiquen cuándo un investigador puede considerar algo como probado. La conclusión debe basarse en evidencia sólida; por tanto, no se puede aceptar un enunciado como verdadero sin pruebas rigurosas. Un estándar de prueba apropiado no depende de la confianza subjetiva en una hipótesis, sino que señala cuándo dicha confianza está justificada. En epistemología, estos estándares se formulan en función de las conexiones

lógicas necesarias entre la evidencia y las hipótesis para considerarlas probadas, donde la confianza racional en una hipótesis se basa en su prueba, no al revés.⁸⁹

Tomaremos a Miranda para resumir el meollo del problema normativo con la incerteza sobre la valoración de la prueba pericial neurocientífica:

La valoración de la prueba pericial sigue criterios propios de una prueba testifical que carecen de consistencia científica (confusión en la coherencia de las afirmaciones del perito, inexistencia de móviles espurios, falta de claridad expositiva, etc.). Estos criterios tienen un carácter puramente subjetivo y eluden cualquier análisis sobre la metodología científica empleada. Además, se genera un fenómeno de renuncia por parte del juez a una valoración y control crítico de los resultados de la prueba científica, mediante su aceptación como una suerte de "prueba legal" o "tasada". Este modelo debe ser revisado profundamente para dotar de racionalidad científica a los criterios de valoración judicial.

Con este objetivo, es importante señalar que el principio de libre valoración de la prueba no es incompatible con la fijación de estándares de calidad para las pruebas científicas. Dichos estándares funcionarían como criterios para valorar sus resultados y, además, para la admisión de la prueba. Los Códigos Procesales Penales remiten a las reglas del conocimiento científico, lo cual avala esta conclusión, ofreciendo al juez criterios de ponderación objetivos.⁹⁰

La solución planteada por Miranda queda anclada en sede de admisibilidad, por lo que tendría lugar ante el Juez de Garantía durante la fase intermedia. El debate sobre las consecuencias de establecer esta solución sobrepasa a los lineamientos del presente trabajo, pero queremos hacerlo notar como una vía interesante, que puede ser aplicada igualmente en la fase de sentencia.

Construcción del estándar de prueba

El cambio hacia un sistema de libre convicción permite que los jueces valoren diversas formas de evidencia, incluidas las pruebas neurocientíficas. Esto significa que, si se presentan adecuadamente, pueden ser aceptadas y consideradas en la toma de decisiones judiciales. Sin embargo, la cuestión de la falta de criterios claros preestablecidos sobre la valoración

⁸⁹ San Martín, Rodrigo. En Miranda et al. (2012), p. 402.

⁹⁰ Miranda en Miranda et al. (2012), p. 365.

epistemológica que se hará de la prueba neurocientífica es un elemento que brinda cierta inseguridad jurídica. La necesidad de establecer criterios objetivos para la valoración de pruebas es crucial.

La discusión sobre la tolerancia al error y la protección de derechos plantea interrogantes sobre cómo se deben utilizar las pruebas neurocientíficas. Dependiendo de su aplicación, pueden influir en la percepción de culpabilidad e inocencia, lo que requiere una evaluación cuidadosa para evitar sesgos y asegurar cumplir con las normas del debido proceso.

En palabras de Luna:

"el juez está llamado a convertirse en custodio del método científico, a los fines de distinguir entre buena y mala ciencia, es decir, debe ocupar la posición de garante de la admisibilidad de las pruebas científicas desde la perspectiva metodológica, procurando siempre determinar la fiabilidad de las pruebas, sean estas científicas o no"⁹¹.

La referencia al artículo 297 del Código Procesal Penal, que permite la valoración de la prueba científica conforme a estándares de calidad, abre la puerta a entender que las pruebas neurocientíficas deben cumplir con criterios metodológicos rigurosos para ser aceptadas en el proceso judicial.

En jurisdicciones como Colombia, el tema se ha zanjado por vía legislativa. El artículo 422 del Código de Procedimiento Penal se refiere a la "prueba novel" como aquella de tipo científica que debe pasar un cierto estándar para ser considerada como válida.

Artículo 422: Admisibilidad de publicaciones científicas y de prueba novel. Para que una opinión pericial referida a aspectos noveles del conocimiento sea admisible en el juicio, se exigirá como requisito que la base científica o técnica satisfaga al menos uno de los siguientes criterios:

1. Que la teoría o técnica subyacente haya sido o pueda llegar a ser verificada.
2. Que la teoría o técnica subyacente haya sido publicada y haya recibido la crítica de la comunidad académica.
3. Que se haya acreditado el nivel de confiabilidad de la técnica científica utilizada en la base de la opinión pericial.
4. Que goce de aceptabilidad en la comunidad académica.

⁹¹ Luna Salas (2019).

Resulta claro que el legislador colombiano ha optado por seguir criterios del Estándar Daubert en sede de admisibilidad.

Dado que el artículo 340 establece que nadie puede ser condenado a menos que el tribunal esté convencido más allá de toda duda razonable, las pruebas neurocientíficas deben aportar un nivel de certeza que permita a los jueces formarse esta convicción. Esto plantea un reto, ya que las neurociencias a menudo trabajan con probabilidades y no con certezas absolutas.

Las neurociencias pueden ofrecer herramientas y métricas que, si se integran adecuadamente en el sistema judicial, ayudarán a definir y justificar los estándares de prueba requeridos.

El sistema procesal penal chileno no rechaza la presentación de pruebas neurocientíficas, pero tampoco asegura cuál será su valoración. Esta inseguridad jurídica puede actuar como factor disuasivo en la utilización de estos recursos probatorios, máxime considerando que elevan los costos de litigación para las partes.

El análisis sobre la recepción de prueba neurocientífica es una oportunidad para la reexaminación del sistema de valoración de prueba científica y pericial en general en nuestro ordenamiento.

CONCLUSIONES

La presente tesis ha explorado el estado del neuroderecho aplicado, es decir, el uso de la evidencia científica proveniente de las neurociencias como respaldo de alegatos o teorías del caso en procesos judiciales. El objetivo ha sido investigar su uso en el derecho comparado y evaluar sus beneficios potenciales dentro del contexto de la legislación penal chilena.

La hipótesis de este trabajo, basada en la literatura reciente (Camargo y Reid, 2021), parte de la presunción de que la evidencia neurocientífica podría ser recibida de manera expedita en los procesos penales chilenos. Esta presunción se apoya en dos elementos fundamentales: el principio de libertad de prueba y la valoración probatoria basada en la libre convicción del juez. En este trabajo, se ha buscado poner a prueba la hipótesis con el objetivo de identificar buenas prácticas, puntos críticos y barreras potenciales que podrían surgir en la aplicación del neuroderecho dentro de nuestro sistema procesal penal, así como proponer futuras líneas de investigación en la materia.

La investigación comienza con una contextualización del neuroderecho como disciplina y su relevancia creciente en las prácticas forenses. Se identificó que esta disciplina emplea evidencia neurocientífica en procesos judiciales, aunque su interpretación varía. Algunos limitan el concepto a las neuroimágenes, mientras que otros incluyen un rango más amplio, como test neuropsiquiátricos, análisis del comportamiento y revisión del historial médico. Destaca la postura de Farahany (2015), quien integra la evidencia neurocientífica con la genética del comportamiento, formando un concepto más amplio de evidencia "neurobiológica", lo que exige conocimientos interdisciplinarios en genética, neurociencia, psicología y psiquiatría.

A medida que aumenta la disponibilidad de evidencia neurocientífica, crece su relevancia en el ámbito legislativo, y hay consenso sobre la necesidad de profundizar en su estudio, incluso entre autores más escépticos sobre su relevancia teórica. Según Farahany, el uso de estas ciencias tiene tanto efectos positivos como negativos, y los operadores jurídicos deben prepararse para su aplicación adecuada.

Uno de los aportes más relevantes de esta investigación ha sido identificar las diversas áreas en las que la neurociencia puede tener un impacto significativo en el sistema legal. La neurociencia puede mejorar la efectividad del sistema legal al comprender mejor la relación

entre el cerebro y el comportamiento humano. Al aportar datos científicos, puede aproximarse a la verdad y contribuir a decisiones judiciales más justas. La doctrina comparada ha mostrado claridad sobre las áreas en las que aquella desempeña un papel significativo, desde el fortalecimiento de los argumentos de las partes en un proceso hasta su aplicación en la responsabilidad penal adolescente y el análisis de políticas públicas sobre criminalidad y agresividad. En particular, se ha utilizado para evaluar la relevancia de patologías cerebrales y mentales en términos de culpabilidad e imputabilidad, y la inclusión de los desórdenes de la personalidad como categorías válidas para la disminución de responsabilidad. Esto es especialmente notable en países anglosajones con sistemas de Common Law, como Estados Unidos, donde se ha registrado un aumento en su uso en procesos penales entre 2005 y 2012, y más recientemente, en Europa Central.

En América Latina, esta disciplina está en una etapa inicial, en lo que Camargo denominó la primera etapa del neuroderecho. La escasez de investigaciones empíricas se debe, en gran parte, a la baja inversión en ciencia y al alto costo de las tecnologías de neuroimagen. Sin embargo, la literatura latinoamericana especializada destaca los aportes de la neurociencia en el ámbito forense, vislumbrándose áreas de especial interés para la región, como la explicación neurocientífica de fenómenos como la violencia, el crimen organizado y la adicción en contextos penales.

Sobre las potencialidades a nivel procesal, Owens (2015) propone siete categorías de aplicación, entre las que destacan: (i) reforzar la evidencia empírica, complementando pruebas circunstanciales con datos científicos, lo que aporta una mayor objetividad; (ii) refutar evidencias contrarias mediante el peso epistemológico de las neurociencias; y (iii) categorizar a los individuos, discerniendo su capacidad para comparecer en juicio o para la determinación de la pena, especialmente en casos de responsabilidad penal adolescente.

No obstante, se debe proceder con cautela. Como defiende Morse (2015), los operadores legales en Estados Unidos han experimentado el Brain Overclaim Syndrome. Se debe tener en cuenta que la neurociencia presenta varios desafíos y limitaciones, especialmente en relación con la precisión de las neuroimágenes para detectar estados mentales. Esto plantea dificultades metodológicas sobre la correlación entre comportamiento y áreas del cerebro.

La literatura empírica comparada evidencia un aumento global del uso de ciencia y tecnología en el ámbito judicial. La evidencia empírica sugiere que, en el ámbito penal, la evidencia neurológica se utiliza por parte de la fiscalía mayoritariamente como medio de prueba para

establecer causas de muerte o niveles de severidad del daño cerebral, mientras que la defensa penal la ha utilizado en términos de culpabilidad e imputabilidad. Especialmente en combinación con evidencia conductual de los imputados, se ha esgrimido para determinar que patologías psiquiátricas, neurológicas e incluso (aunque de manera mucho más limitada por ahora) psicológicas severas sean base de causales de disminución o eximición de responsabilidad penal.

En los sistemas anglosajones, la evidencia neurocientífica se ha integrado en apelaciones y ha demostrado ser efectiva en casos de crímenes severos, como homicidios y delitos sexuales, con el propósito de evitar la pena de muerte o reducir condenas. La neurociencia ha demostrado ser eficaz en la reducción de condenas, especialmente durante la fase de determinación del quantum de la pena, logrando evitar la pena capital en casos de alto perfil mediático en EE. UU., donde imputados han eludido la inyección letal basándose casi exclusivamente en evidencia neurocientífica. Asimismo, se ha utilizado en la determinación de la competencia penal, como en la defensa de incapacidad de comparecer en juicio, donde esta defensa se ha presentado en aproximadamente el 15% de los casos en EE. UU, y es tremendamente relevante en responsabilidad penal adolescente: la neurociencia ha influido en decisiones judiciales que prohíben la pena de muerte y la cadena perpetua para menores (como el caso Roper en EE. UU.), así como a decisiones legislativas similares, consolidándose como un campo de influencia significativo. Además, se ha utilizado para demostrar la existencia de traumas encefálicos o el síndrome de alcoholismo fetal (FAS), que afecta a bebés cuyas madres consumen alcohol durante el embarazo. En jurisdicciones como Canadá, la evidencia de FAS se emplea para disminuir la responsabilidad penal. Un tipo de caso que resultó interesante es el infanticidio por "síndrome de bebé sacudido" en el Reino Unido, donde la neurociencia ha permitido absolver a padres imputados.

Examinamos casos como R. v Hendy (Reino Unido), en donde la evidencia neurocientífica se utilizó para cuestionar la prueba acusatoria y explorar la relación entre defectos neurocognitivos y responsabilidad delictiva. Además, en ese caso se tomaron en cuenta las implicancias penales atenuantes del neurodesarrollo defectivo en adolescentes y de síndromes psicológicos severos. La neurociencia también ha suscitado interés con respecto a la mens rea, la intención delictiva. Aunque la neuroimagen no puede detectar con precisión estados mentales, puede desafiar la mens rea en ciertos casos, como bajo estados de sonambulismo registrados en el Reino Unido y Países Bajos. Por su parte, el uso de neuroimágenes funcionales en juicios sigue siendo casi inexistente, lo que contrasta con las

altísimas expectativas de la doctrina al respecto, con solo un caso relevante registrado en India.

Como buenas prácticas en presentación estratégica de evidencia neurocientífica, podemos extraer consejos prácticos clave. En primer lugar, las neuroimágenes deben ser complementadas con otros métodos neuropsiquiátricos para ofrecer una visión más completa del caso. En segundo lugar, es crucial demostrar la relación entre condiciones patológicas y el comportamiento delictivo, asegurando que la evidencia presentada tenga un fundamento sólido. Es también importante tener en cuenta los riesgos de malinterpretación de datos neurocientíficos, ya que esto puede llevar a errores judiciales. Entre las limitaciones más destacadas se encuentran la "inferencia inversa" y la dificultad de aplicar inferencias de grupo a individuos, las cuales son cruciales a la hora de interpretar la evidencia neurocientífica en el contexto judicial. En lo que respecta al estándar probatorio, se identifican desafíos significativos para aplicar normas probatorias a la evidencia neurocientífica en EE. UU., destacando los estándares Frye y Daubert.

En relación con la aplicación de pruebas neurocientíficas en el sistema penal chileno, este tipo de evidencias se enmarca dentro de la prueba pericial, cuya regulación en nuestro ordenamiento sigue directrices tradicionales. El control de admisibilidad se centra en categorías formales restringidas a las credenciales profesionales del perito, dejando de lado la examinación del valor epistemológico de las pruebas. Este criterio es típico en ordenamientos de tradición jurídica continental y muestra una cierta continuidad con la normativa de admisibilidad que ya existía en el antiguo Código de Procedimiento Penal en la regulación de la pericia en el sistema actual.

De manera generalizada, la incorporación de las neurociencias como medio de prueba enfrenta varias barreras de entrada, que varían según cada país. El análisis de las barreras de entrada para las neurociencias como medio de prueba implica una revisión exhaustiva de los desafíos que presenta la introducción de cualquier tipo de prueba novedosa.

En Chile, la revisión de la recepción de la evidencia neurocientífica revela problemáticas estructurales a nivel normativo y material, evidenciando deficiencias en la valoración de la prueba y la baja calidad de la prueba pericial en el sistema procesal chileno. A pesar del incremento en el uso de pruebas periciales científicas a lo largo del proceso penal, una tendencia que sigue en aumento, estos desafíos tienen un correlato en el derecho comparado. Por ejemplo, en los Países Bajos, el grupo de expertos que asesora a los tribunales penales

sobre información neurocientífica es bastante reducido. Para el crecimiento de la experticia en esta área, es fundamental contar con más profesionales capacitados.

Entre las barreras más destacadas para la aplicación de la neurociencia en Chile se encuentran la baja calidad científica de los estudios utilizados como base, la falta de fundamentación de las opiniones técnicas y científicas de los peritos, y los riesgos asociados a la comparecencia personal de los peritos en el juicio. En general, destacan la falta de formación de los operadores judiciales en la interpretación de la prueba científica, y la falta de iniciativa de los defensores chilenos para realizar contrainterrogatorios efectivos o desafiar la pericia del Ministerio Público mediante contraperitajes. Esto limita la capacidad de refutar o validar la evidencia neurocientífica, y la ausencia de contrainterrogatorios restringe el desafío crítico de la evidencia científica, lo que puede resultar en errores judiciales.

Desde un punto de vista normativo, se han planteado críticas a la falta de especificación legal o jurisprudencial de conceptos indeterminados que establecen los estándares de calidad y admisibilidad de la prueba pericial, especialmente la científica, destacando la indeterminación normativa del estándar probatorio "más allá de toda duda razonable".

Una mirada crítica a esta regulación nos lleva a examinar la figura de la admisibilidad procesal en materia penal. La importancia de este análisis radica en que es una institución estrechamente vinculada con la prueba científica, especialmente en ordenamientos anglosajones. El "juicio de admisibilidad" implica la valoración del valor epistemológico de la evidencia científica presentada ante el juzgador. Este concepto tiene especial relevancia en sistemas con jurados legos, donde el juez actúa como filtro (gatekeeper) para determinar qué corresponde a "buena ciencia" y qué debe ser excluido como "ciencia basura". Estándares de admisibilidad como Frye o Daubert han sido paradigmáticos en este contexto, extendiendo su influencia más allá de su origen en la judicatura estadounidense e implementándose en otros sistemas judiciales. Un ejemplo claro es el artículo 422 del Código Procesal Penal colombiano, que reproduce los lineamientos del estándar Daubert para consagrar la admisibilidad de la prueba científica en ese ordenamiento.

En Chile, la admisibilidad de la prueba se lleva a cabo en la fase intermedia del proceso penal, ante un juez de garantía, y presenta características que difieren del concepto anglosajón. A diferencia de lo que ocurre en sistemas anglosajones, en Chile no se realiza un juicio de valor epistemológico sobre la prueba científica que se presenta a los jueces, sino que, en consonancia con los países de tradición romano-germánica, se rige por criterios de pertinencia

y relevancia. Esto implica que la prueba debe tener una relación lógica con los hechos objeto de prueba y debe aportar, desde una perspectiva epistemológica, a aumentar la verosimilitud de la teoría del caso de la parte que la presenta, evitando constituir meras dilaciones al proceso o reiteraciones innecesarias, en respeto al derecho a la prueba, entendido como parte del derecho fundamental a un debido proceso.

Sin perjuicio de lo anterior, la aplicación de estándares de valoración epistemológica cobra relevancia en un sistema continental que excluye la admisibilidad "anglosajona", al sugerirse como un estándar probatorio para los jueces de fondo. El juicio sobre el valor probatorio de los elementos presentados por las partes constituye el centro de gravedad de todo el proceso penal. La valoración de la prueba penal en Chile se realiza de acuerdo con los principios de libertad probatoria y libre apreciación de la prueba, atendiendo al nivel de convicción exigido por la ley, que corresponde a la fórmula de "más allá de toda duda razonable". Este estándar ha sido controvertido durante siglos en la tradición anglosajona, generando un debate constante sobre su significado, directrices y límites. Su incorporación paulatina en ordenamientos ajenos, como España, Italia, Colombia y Chile, ha planteado las mismas interrogantes: ¿cuál es su contenido normativo? ¿Qué es una duda "razonable" y qué no lo es? Esto ha llevado a la literatura contemporánea (Accatino, Vera Sánchez, etc.) a buscar respuestas sobre el estándar del juzgador penal. Sin embargo, no existen respuestas claras, lo que resulta problemático en el contexto de nuestra pregunta sobre cómo sería valorada la evidencia neurocientífica en el proceso chileno. Este aspecto constituye uno de los puntos de interés señalados al inicio de estas conclusiones.

Las limitaciones, desafíos y complejidades de la prueba pericial y científica en materia procesal penal deben ser consideradas antes de aceptar las neurociencias como fuente probatoria. Es evidente que la inclusión de la evidencia neurocientífica en el proceso penal chileno ofrece numerosos beneficios, con el potencial de mejorar la comprensión de la conducta humana y los patrones socioculturales desde una perspectiva neurocientífica. Esto podría tener implicaciones significativas para la aplicación de la justicia criminal desde una visión más empírica y epistemológica. Sin embargo, su implementación requiere no solo reformas legislativas y administrativas, sino también un compromiso interdisciplinario entre la academia, los operadores jurídicos y las ciencias naturales.

A nivel político y legislativo, se recomienda considerar criterios normativos sobre la duda razonable y, en general, de valoración de la prueba científica. Es necesario continuar

investigando para contrastar teorías doctrinales con la práctica judicial. En definitiva, podemos aventurar que una examinación de la pertinencia de la prueba neurocientífica es en verdad una oportunidad de revisión tanto del marco jurídico normativo de la prueba pericial científica como de las dificultades y desafíos que existen a nivel material y de praxis entre los operadores jurídicos. La incorporación de pruebas neurocientíficas en materia penal en Chile presenta varios puntos de incertidumbre, y no podemos sino invitar abiertamente a la doctrina chilena a ampliar la investigación en un tema tan amplio y definitivamente relevante para una correcta administración de justicia penal, como lo es la optimización de la pericia, considerada el medio de prueba más relevante en el proceso penal contemporáneo.

Además, es crucial realizar una revisión crítica del sistema de peritos y de la formación de los operadores del derecho en cuanto a la valoración de la prueba científica, ya que el factor humano es clave para el óptimo uso de la prueba en el sistema judicial.

Es fundamental mejorar la calidad de los peritajes científicos y garantizar una mayor inversión en recursos para la academia, así como en la formación interdisciplinaria en neurociencia y derecho. Como recomendaciones, se sugiere formar a los operadores del derecho y abogados, incluir el estudio del neuroderecho en los currículos universitarios, aumentar la inversión pública en equipamiento para la academia y estudios interdisciplinarios, y crear entidades de estudio tanto privadas como públicas.

Esto permitirá que el sistema judicial chileno se mantenga a la vanguardia de los avances científicos, contribuyendo a una justicia más informada, precisa y adaptada a las realidades del siglo XXI.

BIBLIOGRAFÍA

ACCATINO, Daniela. (2011). Certezas, dudas y propuestas En Torno Al Estándar de La Prueba Penal. *Revista de Derecho* (Valparaíso), 37, 483–511.

ALEMÁN Ortiz, O. F. (2021). Las neurociencias forenses: el nuevo paradigma penal. *Medicina Legal de Costa Rica*, 38(1), 119-130.

AONO, Darby, Gideon Yaffe, and Hedy Kober. (2019). Neuroscientific Evidence in the Courtroom: A Review. *Cognitive Research: Principles and Implications* 4(1), 40.

CAMARGO BRITO, Ricardo y RIED SOTO, Nicolás. 2021. “Neurociencia y Derecho: El impacto del Neuroderecho en la práctica judicial chilena.” *Revista Chilena de Derecho* 48 (3), 107–29.

CATLEY, Paul, and Lisa Claydon. 2015. “The Use of Neuroscientific Evidence in the Courtroom by Those Accused of Criminal Offenses in England and Wales.” *Journal of Law and the Biosciences* 2 (3), 510–49.

CORNEJO, M.I. (22 noviembre, 2019). Definición y ámbitos de aplicación del neuroderecho. *El Mercurio*. Recuperado de: [Definición y ámbitos de aplicación del neuroderecho \(elmercurio.com\)](http://elmercurio.com)

CHANDLER, Jennifer A. (2015). “The Use of Neuroscientific Evidence in Canadian Criminal Proceedings.” *Law and the Biosciences* 2(3), 550–79.

CHOI, O. S. (2017). What neuroscience can and cannot answer. *The Journal of the American Academy of Psychiatry and the Law*, 45(3), 278-285.

DUCE J, Mauricio. (2018). Una Aproximación Empírica Al Uso Y Prácticas de La Prueba Pericial En El Proceso Penal Chileno a La Luz de Su Impacto En Los Errores Del Sistema. *Política Criminal* 13(25),42–103.

DUCE J., Mauricio. (2018). Prueba Pericial Y Su Impacto En Los Errores Del Sistema de Justicia Penal: Antecedentes Comparados Y Locales Para Iniciar El Debate. *Ius et Praxis* 24(2), 223–62.

FARAHANY, N. A. (2015). Neuroscience and behavioral genetics in US criminal law: an empirical analysis. *Journal of Law and the Biosciences*, 2(3), 485–509. <https://doi.org/10.1093/jlb/lsv059>

GÓMEZ COLOMER, JL. (2017, 9 marzo). Sobre la prueba científica en el proceso penal, con especial referencia al ADN. Derecho comparado [Conferencia]. La prueba pericial científica. Especial referencia a los perfiles de ADN como método de investigación del delito, Castellón. España.

GARCÍA-LÓPEZ, E., Mercurio, E., Nijdam-Jones, A., Morales, L. A., & Rosenfeld, B. (2019). Neurolaw in Latin America: Current status and challenges. *International Journal of Forensic Mental Health*, 18(3), 260-280.

JONES, O. D. (2013). Seven ways neuroscience aids law. *Neurosciences and the Human Person: New Perspectives on Human Activities* (A. Battro, S. Dehaene & W. Singer, eds.) *Scripta Varia*, 121, 13-28.

KANDA, P. A. M., Anghinah, R., Smidth, M. T., & Silva, J. M. (2009). The clinical use of quantitative EEG in cognitive disorders. *Dementia & neuropsychologia*, 3(3), 195–203. <https://doi.org/10.1590/S1980-57642009DN30300004>

KATSNELSON, A. (2022). Crime: Does brain scan evidence work?. *The UNESCO Courier*, 2022(1), 17-19.

KOEL, C. H. de, and E. J. M. C. Westgeest. (2015). Neuroscientific and Behavioral Genetic Information in Criminal Cases in the Netherlands. *Law and the Biosciences* 2 (3), 580–605.

LUNA SALAS, Fernando. (2019). Técnicas neurocientíficas como medio de prueba pericial. *Revista Prolegómenos*, 22(44), 143-154. <https://doi.org/10.18359/prole.4160>

MATURANA, Cristian y Montero Raúl. (2017). *Derecho Procesal Penal* (3ª ed.). Editorial Librotecnia.

MEIXNER JR, J. B. (2016). The use of neuroscience evidence in criminal proceedings. *Journal of Law and the Biosciences*, 3(2), 330-335.

MIRANDA ESTRAMPES, Manuel; CERDA SAN MARTÍN, Rodrigo y HERMOSILLA IRIARTE, Francisco. (2012) *Práctica de la prueba en el Juicio Oral. Su valoración y el estándar del "más allá de toda duda razonable"*. Santiago: Editorial Librotecnia, 445.

MORSE, Stephen J. (2015). Penn Carey Law: Legal Scholarship Repository. *Radical Challenges of Neurolaw* (with Transcript).

PERNU, T. K., & Elzein, N. (2020). From neuroscience to law: bridging the gap. *Frontiers in Psychology*, 11, 1862.

SÁNCHEZ VILANOVA, M. (2020). Primeros pasos de la neuroimagen en el proceso penal estadounidense. *Política criminal*, 15(29), 230-258.

SILVESTRI, S. (2021). La prueba neurocientífica en el proceso penal: estudio de su viabilidad en los sistemas jurídicos español e italiano. *Tesis doctoral*.

TARUFFO, Michele. (2005). Conocimiento científico y estándares de prueba judicial. *Boletín mexicano de derecho comparado*, 38(114), 1285-1312. Recuperado en 29 de julio de 2024, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0041-86332005000300013&lng=es&tlng=es

VERA SÁNCHEZ, J. S. (2021). Probabilidad lógica y prueba penal en Chile: ¿ influencia de la cultura del Common Law?. *Derecho PUCP*, (87), 65-103. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S0251-34202021000200065&script=sci_arttext

VERA SÁNCHEZ, Juan Sebastián. (2021). Exclusión de la prueba pericial científica (de baja calidad epistémica) en fase de admisibilidad en procesos penales de tradición románica-continental: Diálogo entre dos culturas jurídicas. *Brasileira de Direito Processual Penal* 7 (1),375

VERA SÁNCHEZ, Juan Sebastián. (2021). El principio de inclusión de la prueba relevante en el código procesal penal chileno. *Revista Chilena de Derecho* 48(1), 81–106.