

Neurociencia y Derechos Humanos: rama del bioderecho para fundamentar el derecho*

Neuroscience and human rights: branch of biolaw to base the law

MAURICIO IVÁN VARGAS MENDOZA¹ , FILIBERTO EDUARDO R. MANRIQUE MOLINA² ,

LORENA YAÑEZ NUÑEZ³

RESUMEN: La filosofía moderna que sustenta el derecho, estableció que la razón lógica es el criterio de verdad, ante ella, el autor español Xavier Zubiri, construyó la metafísica madura a partir de la neurociencia naciente de su tiempo y la mecánica cuántica, su filosofía sirve como fundamento de la teoría iberoamericana, por otro lado, la neurociencia como rama del conocimiento nació en 1960, al descubrir científicos de diversas ramas la necesidad de multidisciplinariedad para conocer el comportamiento humano a partir del sistema nervioso central, en esta investigación, se expone el derecho, la revolución filosófica de la metafísica madura, el nacimiento reciente la neurociencia como disciplina del conocimiento, los avances de la neurociencia en los últimos 20 años, el estado de la cuestión de la relación neurociencia-derecho y las principales discusiones en cuanto a su futuro. Se coloca al final, la reflexión sobre propiciar fundamentos desde la neurociencia hacia un derecho futuro, tema que ha sido poco discutido en el ámbito jurídico.

Palabras clave: derechos humanos, bioderecho, neuroderecho, neurociencia y derecho.

ABSTRACT: The modern philosophy that supports the law, established that the logical reason is the criterion of truth, before it, the Spanish author Xavier Zubiri, built the mature metaphysics from the nascent neuroscience of his time and quantum mechanics, his philosophy serves as the foundation of the Ibero-American theory, on the other hand, neuroscience as a branch of knowledge was born in 1960, when scientists from various branches discovered the need for multidisciplinary to understand human behavior from the central nervous system, in this research, it is exposed the law, the philosophical revolution of mature metaphysics, the recent birth of neuroscience as a discipline of knowledge, the advances in neuroscience in the last 20 years, the state of the question of the neuroscience-law relationship and the main discussions regarding Her future. It is placed at the end, the reflection on promoting foundations from neuroscience towards a future right, a subject that has been little discussed in the legal field.

Keywords: human rights, biolaw, neurolaw, neuroscience and law.

* Fecha de recepción: 24/06/2022 – Fecha de aceptación: 30/06/2022. Cita recomendada: VARGAS MENDOZA, M. I., MANRIQUE MOLINA, F. E. & YAÑEZ NÚÑEZ, L. (2022). Neurociencia y Derechos Humanos: rama del bioderecho para fundamentar el derecho. Bioderecho.es, (15), 1-21. <https://doi.org/10.6018/bioderecho.538951>

¹ Universidad Autónoma de Baja California - Campus Tijuana: Tijuana, Baja California, MX. Correo: vargasm38@uabc.edu.mx

² Universidad Autónoma de Baja California: Tecate, Baja California, MX. Correo: filiberto.manrique@uabc.edu.mx

³ Universidad Autónoma de Baja California, MX. Correo: lorena.yanez@uabc.edu.mx



SUMARIO: I. EL DERECHO, EL OTRO Y LA NEUROCIENCIA. II. NEUROCIENCIA COMO DISCIPLINA. III. SISTEMA NERVIOSO CENTRAL Y SUS FUNCIONES. IV. NEUROCIENCIA EN EL DERECHO ACTUAL. V. EL FUTURO INCIERTO DE LA NEUROLOGÍA EN EL DERECHO. VI. CONCLUSIÓN. VII. BIBLIOGRAFÍA.

I. EL DERECHO, EL OTRO Y LA NEUROCIENCIA

En la actualidad, el derecho parte de dos teorías hegemónicas en materia incluso de Derechos humanos, estos fundamentos se encuentran en el iusnaturalismo e iuspositivismo¹ y sus derivaciones garantistas² y principialista³. Para algunos autores, los fundamentos racionales de la modernidad son los mismos de la posmodernidad, es decir, la posmodernidad solo es un repliegue moderno, el cual, trajo consigo como centro la racionalidad lógica-matemática. Xavier Zubiri en lo que se conoce como nuestra trágica situación intelectual, inició de su pensamiento mediante la obra *Naturaleza, Historia y Dios*⁴, siguiendo a Hegel⁵ ;como muchos filósofos occidentales en los últimos dos siglos! Describió nuestra trágica situación intelectual, que influyó en la filosofía moderna y posmoderna. Como sabemos, la línea hegeliana⁶, es Grecia (a veces Egipto y Mesopotamia), Roma (Italia) Edad Media (Europa), Renacimiento (Italia), Ilustración (Francia y Reino Unido), Modernidad (Alemania) y Posmodernidad (Occidente), es seguida por el autor español y estableció que la trágica situación intelectual del pensamiento humano, es que, pasamos de tener como centro cultural y de construcción del conocimiento a la naturaleza (Grecia), luego a Dios (Grecia-Roma, Edad Media, Renacimiento), la razón moderna (con Descartes, aunque otros autores lo sitúan en Tomás de Aquino, Guillermo de Ockham o Spinoza y algunos hasta Kant), en la posmodernidad (Occidente)⁷, al desilusionarnos de los meta-relatos de verdad construidos por la modernidad, la humanidad quedó sin Naturaleza, sin dios y sin razón o nosotros mismos ;siendo este desazón, nuestra situación intelectual! Escribió Zubiri:

*Es la soledad absoluta. A solas con pasar, sin más apoyo que lo que fue, el hombre actual huye de su propio vacío: se refugia en la reviviscencia mnemónica de un pasado; exprime las maravillosas posibilidades técnicas del universo; marcha veloz a la solución de los urgentes problemas cotidianos. Huye de sí; hace transcurrir su vida sobre la superficie de sí mismo. Renuncia a adoptar actitudes radicales y últimas: la existencia del hombre actual es constitutivamente centrífuga y penúltima. De ahí el angustioso coeficiente de provisionalidad que amenaza disolver la vida contemporánea.*⁸

¹ ATIENZA RODRIGUEZ, M., *El sentido del derecho*, Ariel, Madrid, 2018.

² FERRAJOLI, L., *Principia iuris. Teoría del derecho y de la democracia. Teoría del Derecho*, Trotta, Madrid, 2011.

³ POZZOLO, S., *Neoconstitucionalismo y positivismo*, Palestra editores, Madrid, 2011.

⁴ ZUBIRI, X., *Naturaleza, Historia y Dios*, Alianza, Madrid, 1994.

⁵ Esta línea evolutiva histórica filosófica, es posible observarla en varias obras de Hegel como: HEGEL, F., *Lecciones sobre filosofía de la Historia Universal*, Los cuarenta, Buenos Aires, 2021; *Fenomenología del espíritu*, Fondo de Cultura Económico, México, 2017.

⁶ HEGEL, F., *Lecciones sobre filosofía de la Historia Universal*, ob. cit.

⁷ Con autores como: TAYLOR, C., *El multiculturalismo y la política del reconocimiento*, Fondo de Cultura Económica, México, 2009; RORTY, R., “*La prioridad de la democracia sobre la filosofía*”, en VATTIMO, G. (Coord.), *La secularización de la filosofía*, Gedisa, Madrid, 2001, pp. 31-61.

⁸ ZUBIRI, X., *Naturaleza, Historia y Dios*, Alianza, ob. cit., p. 27.

En la actualidad, existen retos complejos, Zubiri no alcanzó a observar el repliegue hegemónico en Europa y Estados Unidos de América que tuvo la posmodernidad en materia filosófica con la ética discursiva⁹ y el nuevo realismo americano¹⁰, tampoco el escandinavo¹¹ respectivamente, menos alcanzó a observar el repliegue en América a partir de su obra¹².

Dentro de esos retos Yuval Noah Harari, a partir de una intensa investigación documental e histórica, ha construido su versión histórica del ser humano, realizó un ensayo donde dice que el fin del ser homo sapiens inició aproximadamente hace 200 años, él está por terminar, no por sus grandes logros, sino porque está a punto de ser sustituido por otro organismo, el diseño inteligente, es decir, la vida en la Tierra parece estar en un momento de transición del orgánico al inorgánico, la breve historia del homo sapiens (de su existencia), está en una etapa transicional que presenta como posibilidad el fin del camino, en uno o dos siglos, dice que el ser humano está trascendiendo los límites de la selección natural (en este espacio consideramos más apropiado la simbiosis)¹³, los está sustituyendo con las leyes del diseño inteligente¹⁴ y planteando los retos de la humanidad al convertirse en dioses capaces de crear vida inteligente. Por otro lado, hablando sobre la reducción del sufrimiento, el autor se preguntó al final de culminar el recorrido desde los cazadores recolectores, los agricultores, la unificación de la humanidad y la revolución científica ¡sí! ¿Hay algo más peligroso que unos dioses insatisfechos e irresponsables que no saben lo que quieren? ¿si esto se puede controlar? En Homo Deus¹⁵ explicó algunas posibilidades que se pueden presentar, porque el sistema político no entiende que sucede y no alcanza a dimensionar que ocurre.

Así como el sistema político no comprende los cambios de innovación actuales, el sistema jurídico con menor razón, ya que está construido a partir de un iusnaturalismo, iuspositivismo, garantismo o principialismo¹⁶. En la actualidad la ética discursiva y el nuevo realismo (pragmático), no lograra enfrentar los retos de innovación a los cuales nos enfrentamos. Nos encontramos en una cuarta revolución tecnológica, donde la inteligencia artificial y las nuevas tecnologías presentan un reto jurídico, que no puede ser enfrentado desde los códigos actuales o una interpretación que solo comprenda la parte frontal del saber humano. La filosofía discursiva y el nuevo realismo pragmático son hegemónicos en occidente, son modelos teóricos desde los cuales se genera la ética, el gran problema o reclamo, es su alejamiento de lo real, ese que inicio con el empirismo inglés y formalizo con Kant, ante el cual, la posmodernidad reaccionó, así esta ética es posmoderna y se encuentra en la situación

⁹ APEL, K. O., *La transformación de la filosofía*, Taurus, Madrid, 1985.

¹⁰ TEODORO RAMÍREZ, M., *El nuevo realismo. La filosofía del siglo XXI*, Siglo XXI, México, 2016.

¹¹ FABRA ZAMORA, J. L., *Filosofía y teoría del derecho*, UNAM, México, 2015.

¹² Este repliegue con diversos autores de América latina que han formulado un pensamiento filosófico propio, como ELLACURIA, I., *Filosofía de la realidad histórica*, Alianza, Madrid, 1991, que en otros espacios hemos sostenido como un giro filosófico VARGAS MENDOZA, M.I., “Xavier Zubiri: Un giro hermenéutico jurídico hacia la metafísica madura”, *Telemática revista de filosofía jurídica*, 2018.

¹³ MARGURIS, L., *Planeta Simbiótico*, Debate, Madrid, 2002.

¹⁴ NOAH HARARI, Y., *De animales a Dioses. Breve historia de la humanidad*, Debate, Barcelona, 2021.

¹⁵ NOAH HARARI, Y., *Homo Deus*, Debate, Barcelona, 2016.

¹⁶ Susanna Pozzolo nombró al principialismo neo-constitucionalismo en: POZZOLO, S., *Neoconstitucionalismo y positivismo*, ob. cit., sin embargo, la mayoría de los autores que se inscriben en esta teoría, tiene en común la conciencia de derechos humanos en forma de principios sujetos a interpretación, algunos de ellos son: ALEXY, R., *Teoría de los derechos fundamentales*, Centro de Estudios Constitucionales, Madrid, 1993; ATIENZA, M., *Curso de argumentación jurídica*, Trotta, Madrid, 2013; DWORKING, R., *Los derechos en serio*, Ariel, Madrid, 2012.

intelectual descrita por Zubiri, en el momento presente, donde se discursa cualquier cosa referente o fundamento, el ser humano ¿Ha reducido el sufrimiento humano y de los seres vivos? ¿Desde donde reiniciamos?

Xavier Zubiri, inició su pensamiento filosófico propio con *Naturaleza, Historia y Dios*¹⁷, describiendo la situación intelectual, luego el desarrollo filosófico y posteriormente se adentró a la mecánica cuántica, descrita como física, metafísica, ahí se adentró en el mundo de la física a nivel cuántico, después realizó una serie de cursos que ahora se encuentran en las obras: *Sobre la esencia* curso dictado en 1962¹⁸, *Sobre la realidad* curso dictado en 1966¹⁹; *Estructura dinámica de la realidad* curso dictado en 1968²⁰, *Estructura de la metafísica* curso dictado en 1969²¹ y *Los problemas fundamentales de la Metafísica Occidental* también dictado en 1969; en estas obras, se pudiera afirmar que es una parte de la filosofía zubiriana, sin embargo, en realidad el autor español, siempre manifestó que las divisiones que realizaba, eran formales, pero en la realidad ocurren al mismo momento o en momentos similares.

Además de lo anterior, estas obras mencionadas en el párrafo que antecede, se enfocan más en lo real, en ese proceso de la nuda realidad, pero desde sobre la realidad²², incluso desde *Sobre la esencia* ya aparece el pensamiento de una inteligencia sentiente, es posible ver en la obra de Xavier Zubiri, conocimiento de física, específicamente física cuántica y neurociencia, parece ser que el autor, utilizó la filosofía y actualizó los conocimientos que tenemos de la realidad, la realidad humana como parte de, y la neurociencia. La realidad desde la física cuántica se pretende tratar en otra investigación, en la presente, se trata de incluir conocimiento neurológico que no sé tenía en la fecha del desarrollo zubiriano, con la finalidad de concluir, como estos avances de los últimos 50 años en neurociencia, pueden aportar en la construcción humana de un derecho más cercano a la nuda realidad desde el bioderecho.

II. NEUROCIENCIA COMO DISCIPLINA

La neurociencia es una disciplina nueva, en varios textos se reconoce como padre a Santiago Felipe Ramón y Cajal:

*La figura de Cajal es conocida mundialmente por sus enormes aportes en el campo de la neurociencia, sobre todo en múltiples aspectos relacionados con el tejido nervioso y específicamente con las neuronas, al punto de considerársele el padre de la “doctrina neuronal”*²³.

¹⁷ ZUBIRI, X., *Naturaleza, Historia y Dios*, Alianza, Madrid, 1994.

¹⁸ ZUBIRI, X., *Sobre la esencia*, Alianza, Madrid, 2008.

¹⁹ ZUBIRI, X., *Sobre la realidad*, Alianza, Madrid, 2001.

²⁰ ZUBIRI, X., *Estructura dinámica de la realidad*, Alianza, Madrid, 1995.

²¹ ZUBIRI, X., *Estructura de la metafísica*, Alianza, Madrid, 2006.

²² ZUBIRI, X., *Sobre la realidad*, ob. cit.

²³ PALACIOS SÁNCHEZ, L., Et. Al., “Santiago Ramón y Cajal, neurocientífico y pintor”, *Acta neurológica Colombiana*, 2015, pp. 454-461.

Sin embargo, en el artículo de Jorge Eduardo Duque Parra, Santiago Felipe Ramón y Cajal, ¿Padre de la Neurociencia o Pionero de la Ciencia Neural?²⁴, se sostiene que esto no es así, la neurociencia se define por los autores como:

El término Neurociencia refleja la naturaleza interdisciplinaria de la moderna investigación del cerebro (Duque-Parra, 2001a), la cual incluye múltiples disciplinas aparentemente disímiles entre sí (Duque-Parra, 2001b), además de una amplia gama de técnicas seguramente mucho más diversas que cualquier otra rama de la ciencia (Blakemore, 1986) y con las que se puede contribuir a la comprensión del sistema nervioso (Duque-Parra, 2001b)...²⁵

Por ello, desde este concepto, la neurociencia como disciplina nació en la década de los años 1960 como termino interdisciplinar, es en Estados Unidos de América que se funda en 1969 la Society for Neuroscience, derivado en gran parte, por la explosión tecnológica para identificar y examinar el cerebro humano, así los neurólogos, se percataron que es necesario examinar de forma multidisciplinar el funcionamiento del cerebro y esto dio origen a la ¿neurociencia como disciplina! Claro que el estudio del cerebro es tan antiguo como los científicos:

Históricamente, los científicos que se dedicaron al estudio del sistema nervioso provenían de diferentes disciplinas científicas: medicina, biología, psicología, física, química, matemáticas. La revolución en la neurociencia ocurrió cuando estos científicos advirtieron que la mayor esperanza para comprender el trabajo del cerebro procede de un enfoque interdisciplinar, una combinación de enfoques tradicionales para producir una nueva síntesis, una nueva perspectiva. La mayoría de las personas implicadas en la investigación científica actual del sistema nervioso se consideran a sí mismos neurocientíficos²⁶.

Es decir, la neurociencia como disciplina es corta, tiene apenas 50 años (aunque intensos), ya Antonio Salamanca Serrano anunció para el derecho, un derecho Interdisciplinar²⁷, de esta forma, la característica principal de la neurociencia ha sido la concepción de esa interdisciplinaridad, así dio inicio como ciencia médica, biológica, psicológica, física, química y matemática, continuando con otras ciencias. Siendo esta característica principal, no se puede considerar neurociencia todo aquello que llevo al ser humano sobre el conocimiento del sistema nervioso, sirve a la neurociencia, pero no se considera el origen de la rama del conocimiento. Así tenemos varios términos similares en origen que son componentes de la neurociencia:

Neurología: Especialidad médica que estudia la anatomía, fisiología y química del sistema nervioso, como también la diversidad de enfermedades que son resultado de patología en el sistema nervioso²⁸.

²⁴ DUQUE PARRA, J. E., Et. Al., “Santiago Felipe Ramón y Cajal, ¿Padre de la Neurociencia?”, *Int. J. Morphol*, 2011, pp. 1202-1206.

²⁵ *Idem*, p. 1204.

²⁶ BEAR, M. F., *Neurociencia. Explorando el Cerebro*, Wolters Kluwer, Madrid, 2008.

²⁷ SALAMANCA SERRANO, A., “La investigación jurídica intercultural e interdisciplinar”, *Redhes*, 2015, pp. 59-92.

²⁸ UNIVERSIDAD INTERAMERICANA DE PUERTO RICO, *Diccionario de Neuropsicología*, San Juan, 2015.

Neuroanatomía: Estudio de la anatomía del sistema nervioso, integrado con otros saberes íntimamente relacionados en lo que se ha dado en llamar la neurociencia, nos provee de fundamentos válidos para comprender lo que es animal y humano en el (ser humano)²⁹.

En el caso jurídico, existe ya una incipiente literatura que se revisará en el tema cuarto, por el momento es necesario hacer una revisión corta, sobre los avances en la rama del conocimiento, a los que Xavier Zubiri no tuvo a su alcance.

III. SISTEMA NERVIOSO CENTRAL Y SUS FUNCIONES

El ser humano apenas comienza a conocer el funcionamiento y las partes que determinan El sistema nervioso central es fundamental para la toma de decisiones y el funcionamiento del cuerpo, controla desde las funciones básicas del cuerpo humano hasta las decisiones emocionales y racionales del mismo, las habilidades artísticas y las matemáticas se encuentran determinadas por los procesos que ocurren en esta, parte del sistema nervioso, nos proporciona la capacidad de razonar

El sistema nervioso central se compone por las siguientes partes:

- Encéfalo
- Médula espinal
- Meninges
- Líquido cefalorraquídeo
- Sistema ventricular
- Cerebelo
- Tallo
- Sistema límbico
- Tálamo e hipotálamo

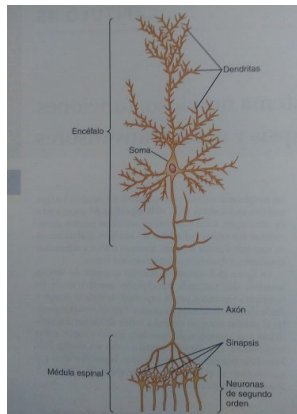
Por su parte, la neurona es la unidad funcional básica del sistema nervioso central, este contiene más de 100,000 millones de neuronas³⁰ y se han calculado aproximadamente 100 trillones de sinapsis o conexiones interneuronales³¹, estas conexiones son el medio veloz de comunicación de la información, por ello, se encuentran relacionadas con el aprendizaje y la memoria, van cambiando con el pasar del tiempo y en el aprendizaje se forman nuevas conexiones neuronales.

²⁹ MARTINEZ TORRE, P, *Neuroanatomía*, Panamericana, Madrid, 2008.

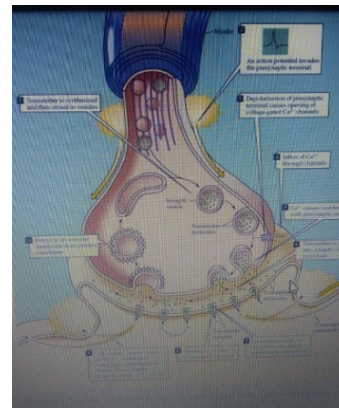
³⁰ GUYTON, *Tratado de Fisiología Médica*, Grafos, Madrid, 2011.

³¹ ORTEGA LOUBON, C, “Neurofisiología del aprendizaje y la memoria. Plasticidad Neuronal”, *iMedPub Journals*, 2010.

La estructura sencilla de la neurona es:³²

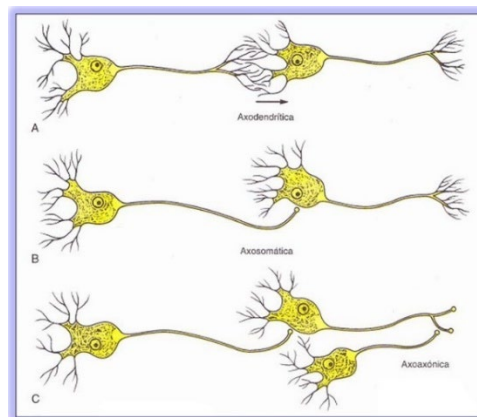


Al interior la neurona se ve así:³³



Anteriormente estudiamos el funcionamiento y la sinapsis, este proceso consiste en la unión de 2 neuronas o más que recibe el nombre de sinapsis, que es direccional, es decir en un solo sentido. Cada neurona recibe impulsos eléctricos de otras a través de las dendritas y estas se conectan a las salidas de otras para producir la sinapsis, esta altera la efectividad de la señal transmitida debido a un parámetro, el peso. El aprendizaje es el resultado de la modificación de estos pesos y junto con el procesamiento de la información se genera el mecanismo básico de la memoria³⁴.

Es decir, la sinapsis ocurre en una sola dirección que va, desde el axón hacia las dendritas³⁵, y estas dendritas se conecta con otras dendritas de otra neurona hacia el axón y hacia otras dendritas, existen tres tipos de conexiones las axodendríticas, axosomáticas y axoaxónicas.



36

³² Imagen tomada de: GUYTON, *Tratado de Fisiología Médica*, Grafos, Madrid, 2011.

³³ *Ibid.*

³⁴ VARELA ARREGOCÉS, E., “Redes Neuronales Artificiales: Una Revisión del”, *Investigación y desarrollo TIC*, 2011, p. 18-27.

³⁵ GUYTON, *Tratado de Fisiología Médica*, Grafos, Madrid, 2011, p. 543.

³⁶ Imagen tomada de: RODRÍGUEZ, Arnaldo, *Biopsicosalud*, consultado: <https://www.biopsicosalud.com.ve/2017/05/sinapsis.html>

Esto a través de impulsos eléctricos, según el peso de este impulso eléctrico, ocurre como resultado el aprendizaje que ocurre con la modificación de estos pesos y al procesarse la información surge el aprendizaje, con ello, el objetivo de las actividades para formar el aprendizaje en el aula y fuera de ella, deben impactar para producir esos pesos.

La sinapsis es un proceso tan complejo, que la robótica o programación tienen serias dificultades para replicarlos, sin embargo, al tener conocimientos de neurociencia, han logrado grandes avances³⁷.

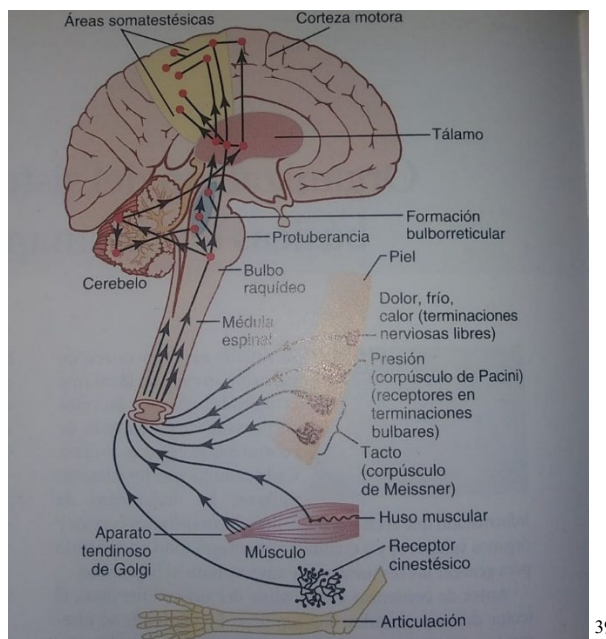
La sinapsis es de los procesos más importantes de la mente humana, porque determina el aprendizaje y la memoria, lo cual, propicia lo que somos, somos lo que hemos aprendido y recordamos. Por otro lado, en la lectura de la unidad “Neurodiversidad: mente, arte y cerebro” se debate el concepto de libertad y como esta se encuentra determinada por la complejidad del cerebro humano y su aprendizaje y memoria previa, la complejidad diversa de redes neuronales determinan ciertos comportamientos humanos, pero al final de cuentas, el Ser se compone de esa complejidad producto de la sinapsis y las conexiones neuronales que van transformando la fisionomía del cerebro, la mayoría de esos procesos se producen en el sistema nervioso central, el conocer estos procesos, va cambiando nuestro propio cerebro que influirá en la mente.

Las áreas cerebrales. La capacidad plástica del cerebro surge de esa sinapsis, lo cual, propicia la neuroplasticidad, la capacidad plástica del cerebro se modifica debido a factores externos e internos, la neuroplasticidad es la capacidad del cerebro de adaptarse y cambiar, así el cerebro es un órgano en constante cambio. En ese cambio surge el aprendizaje mediante la plasticidad a largo plazo, corto plazo y homeostática, la primera, permite procesar la información recibida, la segunda, aparece en procesos de aprendizaje, esta es un poco más complicada de formar, requiere actuar, repetir y desarrollar herramientas para formar conexiones neuronales que perduren más tiempo, la tercera, se produce relacionada con niveles de excitación, “se define como un mecanismo de “feedback negativo” utilizado por neuronas para compensar la excitación o inhibición excesivas mediante el ajuste de la eficacia sináptica”³⁸. Al concepto de neuroplasticidad le acompañan mecanismos de neurogénesis (formación de neuronas) y sinaptogénesis (formación de más conexiones), esta última se produce a lo largo de toda la vida, aunque con mayor auge en la infancia. Existen conexiones eléctricas más estrechas y veloces, y químicas, con conexiones más separadas, pero con mayor fluides de información, todo ello, se ha identificado con el tensor de difusión de imagen.

Mediante los neurotransmisores llega la información al cerebro, con la sinapsis esta información forma las redes, el cerebro es una red intrincada, de ahí la discusión sobre la libertad, por aquellos actos que realizamos determinados por esta red intrincada de millones de voces en nuestra mente, interactuando en la intrincada red. La siguiente imagen muestra los neurotransmisores que llegan al sistema nervioso central y se distribuyen en las diferentes áreas que regulan los movimientos, impulsos y comportamiento humano:

³⁷ VARELA ARREGOCÉS, E., *Redes Neuronales Artificiales...*, ob. cit., p. 18-27.

³⁸ POZO, K, *Unraveling mechanisms of homeostatic synaptic plasticity*, Neuron, 2010.



39

Así como también puede observarse en la imagen, las áreas del sistema nervioso central son: áreas somatostésicas, corteza motora, Tálamo, cerebelo, bulbo raquídeo, médula espinal e hipotálamo. Guyton los divide en:

1. Médula espinal en todos sus niveles
2. La formación reticular del bulbo raquídeo, la protuberancia y el mesencéfalo en el encéfalo
3. El cerebelo
4. El tálamo
5. Áreas de la corteza cerebral.

El sistema central debe controlar:

1. La contracción de los músculos
2. La contracción de la musculatura lisa (de las vísceras)
3. La secreción de sustancias químicas activadas por glándulas exocrinas y endocrinas en muchas zonas del organismo.

El conjunto de estas funciones se denominan motoras⁴⁰, y constituyen la función más importante del cerebro, por ser una función vital para la sobrevivencia, el dolor, calor, frío, movimiento hasta sentimiento.

La médula espinal, formación reticular, ganglios basales, cerebelo y la corteza motora se encargan de esas funciones. Una de las principales funciones del cerebro es procesar la información que proviene del exterior, de tal forma que dé respuesta motora y mental⁴¹, el cerebro descarta el 99 por ciento de la información que de impulsos sensitivos que le llegan,

³⁹ Imagen tomada de: GUYTON, *Tratado de Fisiología Médica*, Grafos, Madrid, 2011, p. 544.

⁴⁰ GUYTON, *Tratado de Fisiología Médica*, Grafos, Madrid, 2011, p. 544.

⁴¹ Idem, p. 545.

ejemplo la ropa que llevamos, la mayoría de los impulsos de luz que ingresan por nuestros ojos, o la presión sobre el asiento, esto lo realiza, porque clasifica la información importante para concentrarse, pero cuando una impresión sensible le resulta interesante, rápidamente activa los mecanismos integradores para responder a tal información (Guyton, 2011), a ello se le denomina, función integradora, en la sinapsis ante el impulso, se decide según su peso, así es variada y depende de la memoria, en cuanto a la memoria, se guarda gran parte de la información principalmente en la corteza cerebral, pero el encéfalo y la médula espinal se puede conservar un poco de información, por ello, las conexiones neuronales están en todo el sistema nervioso central.

El sistema nervioso central se ha desarrollado a lo largo de la evolución humana, de tal forma que ahora podemos identificar 3 niveles:

1. Medular
2. Encefálico inferior o subcortical, y
3. Encefálico superior o cortical

Nivel medular: Guyton y la lectura de la plataforma explican como el nivel medular, no solo es el conducto de los neurotransmisores hacia el sistema central, al contrario, hay varias funciones que se producen en este nivel, como los movimientos de la marcha, los reflejos para retirar el dolor, reflejos para sostener el cuerpo y equilibrarlo, así como los reflejos digestivos, en realidad los elementos superiores del sistema central

Nivel encefálico inferior o subcortical: en este se encuentran una gran parte de las actividades inconscientes del organismo, algunos de sus partes son:

1. Hipocampo: esta parte tiene forma de caballito de mar, son un par de cada lado, tiene una especial función en los procesos de memoria, especialmente a largo plazo y la navegación, se encuentra en los laterales, parece estar conectado al sistema límbico encargado de las sensaciones
2. Cerebelo: es el órgano del sistema subcortical que se encuentra en la parte inferior de los hemisferios cerebrales, es parecido a la corteza pero como mucho más surcos, el cerebelo se encarga de los movimientos, concentra la información motora del cuerpo para que no sea necesario tener que hacer un proceso de recordar, se conecta al resto del sistema encefálico subcortical mediante 3 conductos, para comprender como funciona, un ejemplo son los bebés, cuando son pequeños y comienzan aprender a caminar, este órgano se encarga de guardar la información de los músculos que deben ser actividades por los ganglios basales y el resto de las partes del encéfalo subcortical, para que él bebe, cada vez realice la función de mejor forma, ya que el cerebelo contiene la información de los músculos necesarios para mantenerse de pie, esto lo desarrolla con control de movimientos y el aprendizaje motor, así como retroalimentación de los movimientos erróneos como la forma incorrecta de correr en los bebés con los brazos extendidos, en lugar de regular con los brazos curvos.
3. Los ganglios basales: son circuitos conectados que se encuentran en la parte central del sistema encefalo subcortical, traen información a lo largo de las distintas partes, una lesión en esta zona trae consigo Parálisis cerebral, Enfermedad de Huntington, Enfermedad de Parkinson, Síndrome PAP
4. La amígdala: sus partes son Núcleo lateral, Núcleo basal, Núcleo central, Núcleo media, Células intercaladas, mediante ellas, se encuentra conecta al resto del encéfalo y la médula, además, es la responsable de todas las emociones e instintos de supervivencia.

5. **Hipotálamo:** es la parte del encéfalo situada en la zona central de la base del cerebro que controla las funciones físicas del sistema nervioso, es decir, es la parte del sistema nervioso central subcortical que controla los procesos físicos como son: temperatura corporal, el hambre, los estados de ánimo, la liberación de hormonas de muchas glándulas, especialmente la hipófisis, la libido, el sueño, la sed y la frecuencia cardíaca, entre otras.
6. **Tálamo:** es la parte también ubicada en el centro del sistema nervioso central, que interviene en los sentidos, funciona como estación repetidora, es decir, su función principal es retransmitir las funciones sensoriales a la corteza cerebral.

En general, el encéfalo subcortical, regula las funciones inconscientes y emocionales del ser humano, tiene relación con la supervivencia y guarda información para las funciones físicas y fisiológicas necesarias.

Nivel encefálico superior o cortical: esta parece ser la última parte de la evolución humana, esa pronunciada corteza cerebral, la frontal, parece ser lo que nos diferencia del resto de las especies, la única especie en el planeta que parece tener una corteza similar en proporciones es el delfín, con la diferencia que su cociente de encefalización, es decir, la relación entre el cerebro y la masa corporal, es de 5.6, mientras el del ser humano es 7.4, esta parte rugosa, que se compone de masa gris y blanca, contiene sinapsis enfocadas a los actos conscientes, esta corteza jamás funciona en solitario, contiene una infinidad de recuerdos y conexiones neuronales.

La corteza cerebral funciona a partir del sistema encefálico inferior y medular, es la que activa una serie de recursos y realiza las funciones racionales, para poder responder, en realidad el proceso siempre inicia en la parte inferior o subcortical, pero es mediante ella que se activa y se pone en vigilia la corteza. La corteza es una capa fina de neuronas de 2 a 5 mm y ocupa la cuarta parte de un metro cuadrado, en ella, existen 3 tipos de células neuronales: 1. Células de los granos o estrelladas: en general tiene axones cortos y por su forma, solo llevan información en espacios cortos, de forma excitadora, otras son inhibitorias 2. Fusiformes y 3. Piramidales: ambas dan lugar a conexiones más alargadas, las piramidales son las más numerosas de la corteza. Esta capa gris, se encuentra acompañada de una capa blanca. Tiene forma de surcos.

Con estos surcos y mediante mecanismos, se han logrado identificar 4 lóbulos con diferentes funciones:

1. **Lóbulo frontal:** se encarga de los movimientos conscientes, la elaboración de planes, planificación y estimular el comportamiento, se piensa que esta zona, es donde se llevan a cabo los procesos racionales de solución de problemas. este lóbulo frontal, hasta donde la ciencia conoce, es exclusivo del ser humano, al menos en el planeta, el resto de los lóbulos se comparte en menor medida por algunos contados seres del reino animal, pero el frontal hasta ahora es exclusivo del ser humano. Nos permite el autocontrol, la planificación, racionalidad y las multitareas.
2. **Lóbulo temporal:** alberga la corteza primaria de audición, lenguaje y comprensión del habla, además tiene un papel importante en tareas visuales y reconocimiento de rostros, junto con el área fusiforme del encéfalo central, trabaja la pareidolia.
3. **Lóbulo parietal:** procesa información relacionada con el gusto, tacto, movimiento, ubicado la parte superior de la corteza, tiene relación con las funciones sensoriales.
4. **Lóbulo occipital:** procesa información relacionada con la visión

Es importante mencionar, que últimos estudios de neurociencia, dicen que, en lugar de áreas y funciones específicas, es más acercado a lo real, hablar de redes neuronales, esto porque, algunos estudios demuestran como el cerebro que ha sufrido una mutilación en algún área relacionada con determinada función, se reestructura y suple esas funciones mediante otras áreas, lo cual, nos da indicios de redes neuronales, no de áreas específicas con funciones.

IV. NEUROCIENCIA EN EL DERECHO ACTUAL

La neurociencia es una disciplina nueva, actualmente enfrentamos problemas globales y locales complejos, el derecho positivo discursivo lógico, no alcanza, solo comprende la parte frontal, sin tener en cuenta la complejidad del pensar humano y menos de ese pensar colectivo, por ello, algunos autores han desarrolla esta relación entre la neurociencia y el derecho.

En la actualidad, existen algunas obras que relacionan el tema de la neurociencia y el derecho, como el libro coordinado de Neurociencias y Derecho Penal. Nuevas perspectivas en el ámbito de la culpabilidad y tratamiento jurídico-penal de la peligrosidad⁴², en el, aparecen una serie de capítulos donde el tema central es la responsabilidad penal, lo que sucede, es que la neuropsicología en algún momento, estableció que gran parte de nuestro comportamiento, se relaciona con el inconsciente, es decir, cuando creemos estar eligiendo, en realidad es el recuerdo de algo, lo que elige, ejemplo, las personas que van por la calle, de repente observan algo en un espectacular, es las hormonas-pensamiento-neuronas y red neuronal que ocupan nuestra mente en segundo plano la que elige, esto ha llevado a varios académicos jurídicos, a relacionar está limitación, con la responsabilidad penal. Uno de los académicos, que más ha trabajado el tema en América latina es Ronald Cárdenas Krenz en su artículo Neurociencia y derecho: problemas y posibilidades para el quehacer jurídico, en el concluyó, que no es posible reducir el derecho a meras expresiones biológicas —pequeña imprecisión, porque no es lo mismo biología que neurociencia y sus derivados—, porque en tal caso, nadie sería imputable de sus actos y debería ser cambiado el sistema de justicia por laboratorios, por tanto, se refugió en Kant para explicar el principio de autotelia, la persona como fin y no como medio⁴³ (Cárdenas Krenz, 2017, pág. 102), así concluyó, que la responsabilidad inconsciente, al final es producto de un órgano cerebral en un todo, como se observó en el tema anterior, el cerebro humano tiene la capacidad de elasticidad, no existe uno similar y es producto de su genética e historia, pero además, aquí se presenta el pensamiento del sistema jurídico de los Estados Unidos de América, en relación al tema de la responsabilidad penal.

El objetivo de este estudio es poder ver el potencial de la neurociencia para ser útil al derecho para definir con mayor precisión el comportamiento humano, con el objetivo de observar si una persona está diciendo la verdad o para proporcionar nuevas herramientas para algunas personas con discapacidades para un mejor ejercicio de sus derechos.

El inicio de la relación neurociencia y derecho, tuvo lugar desde la rama del derecho penal, como se observa en el artículo “Fundamento y fines del Derecho penal. Una revisión a la luz de las aportaciones de la neurociencia” de Mercedes Pérez Manzano⁴⁴ ofrece una reflexión sobre un tema tradicional, los fines del derecho penal, fruto de la irrupción en el campo jurídico

⁴² DEMETRIO CRESPO, E., *Neurociencias y derecho penal*, B de F Ltda, Buenos Aires, 2013.

⁴³ CÁRDENAS KRENZ, R., “*Neurociencia y Derecho: problemas y posibilidades del quehacer jurídico*”, Centros Culturales de México, 2017.

⁴⁴ PÉREZ MANZANO, M., “Fundamento y fines del Derecho Penal”, *Revista para el análisis del derecho*, 2011, pp. 1-39.

y penal de los neurocientíficos que optan para una determinada medida preventiva o preventiva de la pena. Más allá de sugerir el carácter incompleto del análisis realizado por los neurocientíficos al referirse a la fundamentación del Derecho penal, en el trabajo se identifican algunas de las aportaciones de la Neurociencia al debate de los fines de la pena, señalándose algunos límites a la utilización legítima del tratamiento neurológico como instrumento de prevención especial en cuanto al comportamiento.

En el mismo año del artículo anterior, surge uno de los primeros que establece la neurociencia como fundamento del derecho en el artículo de Michael S. Pardo y Dennis Patterson de la University of Alabama School of Law y la European University Institute respectivamente, denominado Fundamentos filosóficos del Derecho y la neurociencia⁴⁵, en este, se establece que según muchos científicos y legisladores, la neurociencia eventualmente cambiará las reglas del derecho, así muchos neurocientíficos, que abogan por el poder de la neurociencia sobre la ley, parten de premisas ambiguas sobre la relación mente-cerebro. En este artículo, los profesores Pardo y Patterson argumentan que las explicaciones neurales de la naturaleza de la mente no son fiables y que sus conclusiones son artificialmente exageradas, por lo tanto, las afirmaciones de los neurocientíficos sobre el poder de la neurociencia y su poder sobre la ley son indiscutibles. Los autores analizan una variedad de ejemplos, incluido el descubrimiento en varios de sus párrafos, sobre los conceptos básicos del derecho penal, la teoría general de la toma de decisiones económicas, la toma de decisiones éticas y la jurisprudencia, mismas que revolucionaran el sistema penal y el derecho en general.

Siguiendo con la materia penal, recientemente se publicó el artículo Derecho penal y neurociencia: aproximaciones⁴⁶, aquí se establecieron los avances en neurociencia que han influido en el derecho penal, argumentando que sus defensores favorecen suposiciones extremas, reemplazando modelos de libre albedrío por otros más escalares. Por otro lado, la optimización cerebral parece ser un terreno fértil para el desarrollo de políticas criminales para organizar a los delincuentes móviles.

En el artículo Neurociencia, derecho y derechos humanos de Manuel Ruiz Martínez-Cañavate⁴⁷ se habla sobre los avances en neurociencia de las últimas décadas que tienen importantes implicaciones en medicina y biología, el desarrollo de aplicaciones neurotecnológicas ha abierto caminos importantes en la construcción de relaciones con la ley, especialmente en el ámbito penal y procesal. El impacto de esta relación puede llevar a repensar conceptos clave como libertad, voluntad, responsabilidad y castigo.

Los primeros pasos para analizar la neurociencia y sus implicaciones como fundamentos del derecho se dieron en 2016, en el artículo Neurociencia y derecho: problemas y posibilidades para el quehacer jurídico, de Krenz Cárdenas⁴⁸, en este artículo se examina la relación entre la neurociencia y el derecho, analizando el alcance de esta nueva disciplina en la práctica jurídica. Dado que muchos estudios del cerebro cuestionan la existencia del albedrío, que subyace en el principio jurídico de la autonomía de la voluntad, es difícil analizar si realmente existe, una cuestión jurídica básica en la rama penal y el derecho en general.

⁴⁵ PARDO, M. S. y PATTERSON, D., “Fundamentos filosóficos del Derecho y la neurociencia”, University of Alabama School of Law y European University Institute.

⁴⁶ BALCARCE, F.I., “Derecho penal y neurociencia: aproximaciones”, *Revista Facultad de derecho y ciencias sociales y políticas*, 2015, pp. 89-109.

⁴⁷ RUIZ MARTÍNEZ-CAÑAVATE, M., “Neurociencia, derecho y derechos humanos”, *Revista de derecho de la UNED*, 2015, 1249-1277.

⁴⁸ CÁRDENAS KRENZ, R., “Neurociencia y derecho: problemas y posibilidades para el quehacer jurídico”, *Bioethics*, 2016, pp. 1-25.

Cómo es posible observar, la mayoría de los artículos anteriores discuten la responsabilidad penal ante los avances neurocientíficos, en algunos se establece la relación entre la neurociencia y el determinismo y otros la complejidad neuronal que propiciaría una diversidad de cerebros únicos e irrepetibles, un artículo que desarrolla el entorno es el denominado Neurociencia y derecho: entorno neurocientífico, dintorno jurídico y contorno conceptual de Jhoni Shang Castilla Choquehuanca⁴⁹, en él se establecen aspectos de los encuentros y diferencias entre saberes de épocas particulares, como el derecho, y saberes relativamente más nuevos, como la neurociencia, porque el conocimiento de la "neurociencia", se presenta como un conocimiento que puede explicar todo lo que existe a medida que avanza la investigación sobre este tema. Por se habla del entorno de la neurociencia y se expresa legalmente como un conjunto de cosas (proposiciones, suposiciones, etc.) contenidas en la palabra "ley", que será un entorno legal, se explicó la interacción o asociación de cualquier correspondencia que tiene que superar varios conceptos, lo cual, constituye el cuerpo de conocimientos jurídicos, una gran proporción de los cuales son fijos, formando un sistema conceptual.

En cuanto al ámbito dirigido al juzgador, se encuentra el artículo Neurociencia y derecho, se encuentra, la decisión emocional del juez en el proceso judicial de Jonathan Peña Carlos⁵⁰ (2016), este artículo hace recomendaciones para maximizar la equidad de las decisiones judiciales, una de las cuales es manejar las emociones utilizando el contexto en el que surgen, la educación emocional, y el resto es diseñar una técnica procesal en el proceso. Estableciendo la crítica al juez que ordena y el juez que condena, integrando los avances en el comportamiento humano desde las neurociencias. Esto al parecer, lo tiene claro el realismo norteamericano.

La introducción del mundo del delito legal es la base del pensamiento sobre la base de la teoría penal, en las especificaciones de responsabilidad y estabilidad, así como para brindar mejores ganancias con la responsabilidad en la mayoría de las reglas criminales del país; Por lo tanto, es necesario obtener una comprensión científica básica de la función cerebral y la base legal por su solicitud de derecho penal. El progreso en la ciencia asombrosa y el derecho a utilizar los mejores factores y conocimientos disponibles para la precisión del caso judicial.

Por otro lado, Jordi Nieva Fenoll en 2016 para la revista *Civil Procedure Review* publicó un artículo donde manifiesta los nacientes usos neurocientíficos en el derecho, el primero de ellos, la detección de alteraciones cerebrales que modifican el comportamiento, el uso en procesos penales de *electroencefalogramas, a tomografía axial computarizada (TAC), la tomografía por emisión de positrones (PET) o la tomografía computarizada de emisión mono fotónica (SPECT)*⁵¹, para acreditar daños en la parte prefrontal, propiciando la falta de empatía hacia el otro, el autor de Barcelona realizó la reflexión sobre el cerebro humano y la pretensión de analizarlo como un procesador, afirmó que el cerebro es un órgano, ¡solo comparable con otro cerebro! Que, a pesar de los avances, aun no es posible identificar a profundidad el sistema cognitivo que posee.

El autor siguió explicando los usos jurídicos de la neurociencia, comenzó con la identificación del alteraciones cerebrales que modifican los comportamientos, se mencionó de

⁴⁹ CASTILLA COLQUEHUANCA, J.S., "Neurociencia y Derecho: entorno neurocientífico, dintorno jurídico y controno conceptual", *Revista de Derecho de la UNAP*, 2019, pp. 45-60.

⁵⁰ PEÑA CARLOS, J. S., "Neurociencia y derecho. La decisión emocional del juez en el proceso judicial", *Jus Et Tribunalis*, 2016, pp. 59-72.

⁵¹ NIEVA FENOLL, J., "Neurociencia y juicio jurisdiccional: pasado y presente. ¿Futuro?", *Civil Procedure Review*, 2016, pp. 119-144.

ejemplo el caso del Código Penal Español que establece como excepción y atenuante los artículos 20.1 y 21, en caso de alguna alteración relacionada con la empatía humana, otro ejemplo mencionado en el artículo es el caso de Estados Unidos de América, la excepción de pena de muerte en algunos Estados de esa nación, para menores de edad, por considerarse que su cerebro aún no ha madurado lo suficiente para comprender los alcances de actos⁵², en algunos casos presentados en los tribunales de Estados Unidos, se ha solicitado a los abogados presentar test neurocientíficos como prueba para una mejor praxis de defensa.

El segundo ejemplo expuesto por Jordi Nieva Fenoll es la prognosis de reiteración, presentada en tribunales de Estados Unidos de América, se postula por jueces y abogados la posibilidad de reiteración de faltas, esta se ha realizado en algunos casos el examen Imagen por Resonancia Magnética (MRI) que evalúa posibles patrones, el autor explicó que es propensión, no determinante y así ha sido usado en tribunales, aquí se expone que la MRI es un estudio que identifica reacciones ante impulsos del exterior en el momento, es decir, la MRI identifica mediante colores la activación del cerebro en el momento ante imágenes o sonidos, ejemplo, una persona en MRI se le presenta una imagen de adultos, se puede activar el cerebro digamos en estándares promedio, sin embargo, si se presenta imagen de personas menores de edad y se activa de forma alta la parte del cerebro que propicia la sexualidad, puede ser un indicador de propensión a la pedofilia, el gran debate es sobre las consecuencias jurídicas y el tratamiento al imputado ante dichos resultados. Jordi Nieva Fenoll nos dice que se introduce estos estudios, para influir en jueces ingenuos que desconocen a profundidad los alcances y limitaciones de estos exámenes.

La tercera, es la detección de mentiras, la gran discusión en este rubro es sobre la capacidad de las máquinas para detectar con diferentes mecanismos —sanguíneos, pulsaciones, reacciones oculares o de expresiones— y tecnología, cuando una persona miente en los tribunales. El mecanismo que más resalta Jordi Nieva Fenoll en este artículo es la Electroencefalografía (EEG), este estudio mide la actividad cerebral bioeléctrica a través de unos discos que la captan. El autor expresó que hay un miedo exagerado al pensar que puede llegar a detectar los pensamientos, sin embargo, la tecnología de estudios neurológicos aún se encuentra lejos de ello. Con la denominada onda P-300⁵³, se ha utilizado en Europa para presentar estímulos, es decir, imágenes, sonidos, sobre todo menciones de un hecho, así es como se usa el estudio, se le menciona hecho o presentan imágenes y se observa la zona de la reacción, si la reacción es intensa, la persona recuerda el hecho, aunque lo niegue. Ante esto, Jordi Nieva Fenoll dice:

... es preciso no olvidar que el concepto de “mentira” es igual que el de “verdad”: un concepto filosófico. No existe realmente una noción objetiva de mentira, y ello, aunque sea claramente contraintuitivo, condiciona todo este estudio. No quiere decirse con ello que un proceso no pueda alcanzarse la “verdad, o que no pueda concluirse que lo dicho por un testigo es “mentira”. La cuestión es que ambas nociones no son conceptos de la precisión necesaria como para poder realizar una observación experimental sin más sobre los mismos⁵⁴.

⁵² El cerebro humano madura aproximadamente a la edad de 22 años, durante la juventud previa a esa edad, sobre todo durante la etapa de adolescencia, el cerebro recibe una fuerte cantidad de hormonas que modifican el crecimiento del cuerpo y el comportamiento, así como estados de ánimo.

⁵³ Por los 300 milisegundos que tarda el cerebro en reaccionar a una señal del entorno.

⁵⁴ NIEVA FENOLL, J., *Neurociencia y juicio jurisdiccional...* ob. cit., p. 127.

A lo anterior, es necesario hacer mención de la subjetividad cerebral, es decir, en relación a los conceptos filosóficos de verdad y mentira, cada cerebro es único e irreplicable, física y mentalmente, por ello, varios estudios psicológico y psiquiátricos han establecido indicios sostenidos por las respectivas ciencias, sobre el recuerdo y la forma en que cada individuo desde su posición en perspectiva y su subjetividad neuronal, establecen el relato de los hechos, ante ello, los tribunales interpretan, argumentan y acomodan la supuesta verdad legal, según los intereses de cada parte, así como explica Ricardo Guastini en su libro *Estudios sobre interpretación jurídica*, los abogados son los malos intérpretes, porque interpretan a favor de sus clientes⁵⁵ (2010).

La neurociencia y sus implicaciones para el derecho en Estados Unidos de América ha tenido implicaciones penales, referente a la responsabilidad penal como se mencionó anteriormente, en algunos casos como *El Estado vs McCluskey*, al hacer estudios neuronales se comprobó daños en el lóbulo frontal, encargado del razonamiento lógico y control de las emociones, tras ser declarado culpable de disparar a una pareja en su automóvil fue absuelto de los cargos y atendido medicamente, el caso del Estado vs Nelson tras apuñalar 60 veces a su esposa, recibió atenuante por la misma razón⁵⁶:

*... como dice MORSE en un análisis demoledor, “no tenemos ni idea de cómo el cerebro activa la mente o por qué la actuación humana es posible”. Y no sólo eso, sino que los análisis a través de la FMRI son todavía demasiado recientes como para deducir consecuencias jurídicas de los mismos*⁵⁷.

Ante esta dificultad, Nieva Fenoll escribió sobre jurisprudencia con peso en Estados Unidos de América realizada a finales del siglo pasado, que provocó una reforma en *Federal Rules of Evidence*, el autor mencionó el artículo 702, este artículo establece las reglas de valoración de los peritos:

- (a) el conocimiento científico, técnico u otro conocimiento especializado del experto ayudará al juzgador de hechos a comprender la evidencia o determinar un hecho en cuestión;*
- (b) el testimonio se basa en hechos o datos suficientes;*
- (c) el testimonio es producto de principios y métodos confiables; y*
- (d) el experto ha aplicado de manera confiable los principios y métodos a los hechos del caso.*

A estos criterios, la jurisprudencia de Estados Unidos de América añade:

1. Que la técnica haya sido elaborada siguiendo el método científico...
2. Que la técnica empleada haya sido objeto de revisión por parte de pares
3. La indicación del grado de error de la prueba
4. Existencia del mantenimiento de estándares y controles sobre la fiabilidad de la técnica⁵⁸

⁵⁵ GUASTINI, R, *Estudios sobre interpretación jurídica*, Porrúa, México, 2010.

⁵⁶ NIEVA FENOLL, J., “*Neurociencia y juicio jurisdiccional...*”, ob. cit., p. 128.

⁵⁷ *Ibidem*.

⁵⁸ *Ibidem*.

El problema que surge en el país norteamericano es la cuestión del jurado, los abogados usan testimonios periciales vistosos para impresionar, el juez ante esto tiene la posibilidad de revisión que se expresó en los dos párrafos anteriores, pero sigue estando el problema de la forma de presentarlos y las limitaciones aun de las pruebas neuronales. En la literatura se discute si en ese país el testimonio de expertos tiene la misma validez que el testimonio común de las personas que participaron, lo lógico y en base a los artículos siguientes sobre las bases de esta prueba (702-705), es que el testimonio de expertos debería versar sobre la ciencia que explican, siendo el juzgador, los abogados o las partes, quienes saquen conjeturas, aunque dicha opinión personal sigue solicitándose en los tribunales a los expertos, para convencer al jurado.

En el caso mexicano, las periciales neuronales seguirían las reglas comunes de los peritos, tomando como referencia el Código de Procedimientos Civiles Federal que es homólogo a los Estatales⁵⁹, el valor de la prueba lo dispone el juzgador, a excepción de las reglas específicas para cada prueba, en el caso de la pericial, el artículo 211 de dicho código dice que el valor de la prueba pericial queda al arbitrio del juzgador, la jurisprudencia mexicana sobre los requisitos a ser tomados en cuenta varían según la materia, por ejemplo, en materia laboral si es a favor del trabajador tiene prueba plena a menos que sea impugnada, en cuestiones penales, debe ser colegiada, por al menos, dos peritos, en el caso y solo existe una jurisprudencia aislada que determina las características del informe que se presenta por escrito.

V. EL FUTURO INCIERTO DE LA NEUROLOGÍA EN EL DERECHO

En cuanto al futuro del derecho y la neurociencia, se encuentran dos tendencias marcadas, en este espacio tomaremos como ejemplo a dos autores, el periodista Nieva Fenoll Jordi de la Universidad de Barcelona que en 2016 concluyo sobre los avances en pruebas recientes de los últimos 10 años lo siguiente:

En primero lugar, sería conveniente no disponer la práctica habitual de estas pruebas -y siempre a instancia del reo- en el proceso judicial hasta que la evidencia científica sobre sus resultados sea mayor, como ya se ha indicado durante el trabajo. Pero al margen de ello, si algún día dicha evidencia se alcanza, no habrá que olvidar que es lo más recóndito de nuestra intimidad lo que se esconde en nuestro cerebro, es decir, nosotros mismos, nuestro yo, si es que existe⁶⁰.

Es decir, es una postura seguida por otros autores, esta es mesurada en cuanto a los últimos avances en la materia de neurociencia, siguió explicando el autor, que actualmente el ingreso a nuestros domicilios es excepcional, que así debe seguir siendo, refiriéndose al acceso a nuestra mente, el acceso a ella no debe ser a solicitud de otra persona y autorizada por un juzgador, sino una autorización personal, al ser nuestra intimidad. Explicó que los actuales avances —en 2016— no permiten como muchos gurús juristas y no juristas, anuncian la posibilidad de leer la mente humana, solo permiten posibles reacciones y aun son innovaciones recientes en el campo. Pero que si los avances continúan y algún día es posible conocer lo que se encuentra en la mente, deberías tener restricciones jurídicas para el ingreso a nuestra intimidad más recóndita.

⁵⁹ En el momento de escribir este artículo, se encuentra en elaboración un Código Nacional de Procedimientos Civiles que derogara el resto

⁶⁰ NIEVA FENOLL, J., “Neurociencia y juicio jurisdiccional...”, ob. cit., p. 143.

Por otro lado, se encuentra una versión más alegre y que hecha fuegos pirotécnicos rumbo al futuro, representada en este espacio por el jurista mexicano Gerardo Lavaje, quien en 2021 publicó el libro *Leyes neuronas y hormonas*, donde coloca un panorama demasiado alentador en cuanto a la neurociencia y el futuro próximo del derecho, realiza una narración crítica al derecho desde las primeras líneas, donde afirma que el derecho es una invención humana, que ha creado por imaginación un discurso de dominación inexistente, colocando ejemplos como las estadísticas de comisión de delitos y derivados de algunas otras ramas del derecho⁶¹, el libro nos narra las disciplinas de la neurociencia y contrario al artículo publicado en 2016 sobre *Neurociencias: una introducción para abogados*⁶², en esta obra literaria integro otras disciplinas adicionales a la neurociencia como la ciencia cognitiva, la genética, la psicología evolutiva y la epigenética.

La cuestión con el autor mexicano es que lanza fuegos pirotécnicos al aire en cuanto al futuro del derecho, que en ocasiones parecen desmesurados, es necesario buscar equilibrios, por otro lado, el autor tiene en partes del texto a un determinismo moderno, sin tomar en cuenta la complejidad, o al tomarla, parece colocarla en segundo plano, sin embargo, el texto es rico en información y hace una crítica válida al derecho moderno y su construcción histórica-actual. La obra cierra con un capítulo donde se hace la crítica a las funciones del derecho, aquí el derecho no tiene la función de dominar o regular, sino de establecer líneas de encuentro o pertenencia derivadas de la capacidad hormonal mamífera de apego, en segundo lugar, la norma jurídica sirve con incentivo dentro de dicha pertenencia, pero se hace hincapié, que las estadísticas han establecido, que el ser humano no obedece la ley, ni por dominación o prevención al castigo, ni por premio de lo permitido, sino, es un discurso establecido por grupos de poder jerárquico, que es acatado, siempre y cuando contenga normas aceptadas por la comunidad que siente el apego a estas⁶³.

El capítulo final cerró con el futuro del derecho, aquí, el autor lanza nuevamente la fortuna del derecho al aire, traída por la neurociencia y los avances científicos de los últimos tiempos, así como premoniciones negativas en cuanto al desarrollo de la carrera, expuso como la inteligencia artificial en la actualidad, tiende a suplir al abogado, estableció que el futuro los jueces serán suplidos por grupos multidisciplinarios de psicólogos, genetistas, antropólogos y por supuesto, neurocientíficos, solo el tiempo dirá que tanta razón tenía.

VI. CONCLUSIÓN

En este espacio se inicia una investigación sobre los fundamentos del derecho a partir de la neurociencia, en ese sentido, teniendo presente la filosofía metafísica madura de Xavier Zubiri y como en sus últimos libros a partir de la neurociencia y la mecánica cuántica de su tiempo describió en un inicio la realidad y después el inteligir humano, así mismo, como en otros espacios hemos hablado sobre el fundamento de esa teoría para la teoría iberoamericana de los derechos humanos. Es a partir de lo anterior que se busca establecer fundamentos de la neurociencia actual para un nuevo derecho, un derecho que utilice esta rama del saber y del comportamiento humano, así como sus recientes avances, para formular fundamentos hacia un derecho del siglo XXI, como fue posible observar en varias investigaciones de la última década, la neurociencia y su relación con el derecho nació a partir de casos en sobre derecho penal y

⁶¹ LAVEAGA, G., *Leyes, neuronas y Hormonas*, Taurus, México, 2022, pp. 27-40.

⁶² LAVEAGA, G., “*Neurociencias: una introducción para abogados*”, *Ex Legibus*, 2016, pp. 46-66.

⁶³ LAVEAGA, G., *Leyes, neuronas...*, ob. cit., pp. 193-210.

responsabilidad, así existe una fuerte discusión académica sobre dicha responsabilidad, si afecta o no al albedrío, se encontró también, aunque de forma escasa, la forma en que los juzgadores y abogados dirimen controversias, teniendo como referente el inteligir humano a la luz de los últimos instrumentos y descubrimientos del funcionamiento humano, aunado a ello, las investigaciones de Jordi Nieva Fenoll, el doctor Español ha investigado los últimos aparatos de identificación del funcionamiento humano y ha solicitado medida en cuanto al futuro del derecho y el actual aplicación en las pruebas periciales norteamericanas y europeas.

Pero en cuanto a fundamentos a partir del inteligir humano, aun no se encontró literatura y desarrollo, solo se encontró autores que piden medida como el mencionado y autores que echan fuegos piro-técnicos en cuanto al futuro del derecho, la reflexión que obtuvimos de esta primer acercamiento en cuanto al estado de la cuestión, es que la neurociencia a pesar de haber nacido en los años 60's, aun es joven, aún se desconocen muchas ramas del comportamiento humano a partir del funcionamiento biológico del sistema nervioso, sin embargo, en los últimos 20 años, han existido avances que hacen imaginar un nuevo derecho, que tientan a autores como Gerardo Laveaga a proyectar un derecho totalmente diferente, aquí con medida pero a la vez con sorpresa, se expone el nacimiento de un bioderecho que sin duda, tendrá a la neurociencia como una rama fundamental para hacer cambios al derecho irreal que se formó con un solo inteligir humano racional de la modernidad, el ser humano es mucho más que solo razón, y la neurociencia nos abre descubrimientos inexplorados, que dan nacimiento a fundamentos para la ciencia jurídica, no únicamente de la neurociencia, pero si como parte fundamental para establecer posibles rumbos a este derecho limitado moderno

VII. BIBLIOGRAFÍA

- ALEXY, R. (1993). *Teoría de los derechos fundamentales*. Madrid: Centro de Estudios Constitucionales.
- APEL, K. O. (1985). *La transformación de la filosofía*. Madrid: Taurus.
- ATIENZA, M. (2013). *Curso de argumentación jurídica*. Madrid: Trotta.
- ATIENZA, M. (2018). *El sentido del Derecho*. Madrid: Ariel.
- BEAR, M. F. (2008). *Neurociencia. Explorando el Cerebro*. Madrid: Wolters Kluwer.
- CÁRDENAS KRENZ, R. (2017). "Neurociencia y Derecho: problemas y posibilidades del quehacer jurídico". *Centros Culturales de México*, 82-116.
- DEMETRIO CRESPO, E. (2013). *Neurociencias y derecho penal*. Buenos Aires: B de F Ltda.
- DUQUE PARRA, J. E., BARCO RÍOS, J., & PELÁEZ CORTES, F. J. (2011). "Santiago Felipe Ramón y Cajal, ¿Padre de la Neurociencia?". *Int. J. Morphol*, 1202-1206.
- DWORKING, R. (2012). *Los derechos en serio*. Madrid: Ariel.
- ELLACURIA, I. (1991). *Filosofía de la realidad histórica*. Madrid: Alianza.
- ELLACURIA, I. (1991). *Filosofía de la realidad histórica*. Madrid: Trotta.
- FABRA ZAMORA, J. L. (2015). *Filosofía y teoría del derecho*. México: UNAM.
- FERRAJOLI, L. (2011). *Principia iuris. Teoría del Derecho y de la Democracia. Teoría del Derecho*. Madrid: Trotta.

- GUASTINI, R. (2010). *Estudios sobre interpretación jurídica*. México: Porrúa.
- GUYTON. (2011). *Tratado de Fisiología Médica*. Madrid: Grafos.
- HEGEL, G. W. (2005). *Lecciones sobre la historia de la filosofía I*. México: Fondo de Cultura Económica.
- HEGEL, G. W. (2017). *Fenomenología del espíritu*. México: Fondo de Cultura Económico.
- HEGEL, G. W. (2019). *La primera filosofía del espíritu*. Buenos Aires: Los cuarenta.
- HEGEL, G. W. (2021). *Lecciones sobre filosofía de la Historia Universal*. Madrid: Alianza.
- MARGURIS, L. (2002). *Planeta Simbiótico*. Madrid: Debate.
- NIEVA FENOLL, J. (2016). “Neurociencia y juicio jurisdiccional: pasado y presente. ¿Futuro?”, *Civil Procedure Review*.
- NOAH HARARI, Y. (2016). *Homo Deus*. Barcelona: Debate.
- NOAH HARARI, Y. (2021). *De animales a Dioses. Breve historia de la humanidad*. Barcelona: Debate.
- ORTEGA LOUBON, C. (2010). “Neurofisiología del aprendizaje y la memoria. Plasticidad Neuronal”. *iMedPub Journals*.
- PALACIOS SÁNCHEZ, L., VERGARA MÉNDEZ, L. D., PABLO LIÉVANO, J., & GUERRERO, A. (2015). “Santiago Ramón y Cajal, neurocientífico y pintor”. *Acta Neurológica Colombiana*, 454-461.
- POZO, K. A. (2010). *Unraveling mechanisms of homeostatic synaptic plasticity*. Neuron.
- POZZOLO, S. (2011). *Neoconstitucionalismo y positivismo jurídico*. Madrid: Palestra editores.
- PUELLES, MARTINEZ & TORRE, M. D. (2008). *Neuroanatomía*. Madrid: Panamericana.
- RICHARD, R. (2001). “La prioridad de la democracia sobre la filosofía”. En G. Vattimo, *La secularización de la filosofía* (págs. 31-61). Madrid: Gedisa.
- RODRÍGUEZ, A. (30 de agosto de 2021). *Biopsicosalud*. Obtenido de <https://www.biopsicosalud.com.ve/2017/05/sinapsis.html>
- SALAMANCA SERRANO, A. (2015). “La investigación jurídica intercultural e interdisciplinar”. *Redhes*, 59-92.
- SOCIETY FOR NEUROSCIENCE. (2019). *The Creation of Neuroscience*. Washington, D.C.: Society for Neuroscience.
- TAYLOR, C. (2009). *El multiculturalismo y la política del reconocimiento*. México: Fondo de Cultura Económico.
- TEODORO RAMÍREZ, M. (2016). *El nuevo realismo. La filosofía del siglo XXI*. México: Siglo XXI.
- UNIVERSIDAD INTERAMERICANA DE PUERTO RICO. (2015). *Diccionario de Neuropsicología*. San Juan.

- VARELA ARREGOCÉS, E. (2011). “Redes Neuronales Artificiales: Una Revisión del Estado del Arte, Aplicaciones Y Tendencias Futuras”. *Investigación y Desarrollo en TIC*, 18-27.
- VARGAS MENDOZA, M. I. (2018). Xavier Zubiri: Un giro hermenéutico jurídico hacia la metafísica madura. *Revista Telemática de Filosofía del Derecho*, 185-128.
- VATTIMO, G. (2011). *Posmodernidad: ¿Una sociedad transparente?* Madrid: Anthropos.
- ZUBIRI, X. (1994). *Naturaleza, historia y Dios*. Madrid: Alianza.
- ZUBIRI, X. (1995). *Estructura dinámica de la realidad*. Madrid: Alianza.
- ZUBIRI, X. (1995). *Los problemas fundamentales de la metafísica occidental*. Madrid: Alianza.
- ZUBIRI, X. (2001). *Sobre la realidad*. Madrid: Alianza.
- ZUBIRI, X. (2008). *Sobre la esencia*. Madrid: Alianza.
- ZUBIRI, X. (2016). *Estructura de la metafísica*. Madrid: Alianza.