

DERECHO E INVESTIGACIÓN NEUROCIENTÍFICA: ENCUENTROS EN LA TERCERA FASE

MARIBEL NARVÁEZ MORA



Derecho e investigación neurocientífica:
encuentros en la tercera fase

Law and Neuroscientific Research:
Close Encounters of the Third Kind

MARIBEL NARVÁEZ MORA

Professoressa titolare di Filosofia del diritto, Universitat de Girona.
E-mail: maribel.narvaez@udg.edu

ABSTRACT

A lo largo de los últimos treinta años han tenido lugar distintos tipos de encuentros entre el derecho y la investigación neurocientífica. Prestando atención a las peticiones hechas al derecho, en tanto que instrumento de regulación, con base en el conocimiento neurocientífico, estamos viviendo actualmente los encuentros de la tercera fase. Pese a la verdad encerrada en las metáforas conceptuales de leer y escribir en la mente, hace falta discutir sobre la utilidad de algunos neurodescubrimientos y la necesidad de tener neuroderechos para lograr ciertos objetivos valorativos.

Along the last thirty years several kinds of encounters between law and neuroscientific research have taken place. Paying attention to what has been asked to the law, as a regulation instrument, grounded in neuroscientific knowledge, we are now living the close encounters of the third kind. Despite the truth embodied in the metaphors of reading the mind and writing in it, we need to discuss both the necessity of some neuro-findings and the necessity of neuro-rights to achieve some evaluative goals.

KEYWORDS

neuroderecho, neuroimagen, lectura de la mente, neuroderechos

neurolaw, neuroimaging, mind-reading, neuro-rights

Derecho e investigación neurocientífica: encuentros en la tercera fase

MARIBEL NARVÁEZ MORA

1. *Encuentros entre derecho e investigación neurocientífica* – 2. *Distintas fases: ver el daño neurológico, leer la mente, y escribir en ella* – 3. *Neuroimagen para leer la mente viendo el cerebro* – 4. *La falta de datos normativos para el paso del grupo al individuo* – 5. *Política criminal con base en la investigación neurocientífica* – 6. *Encuentros en la tercera fase: protegerse de la escritura cerebral*

1. *Encuentros entre derecho e investigación neurocientífica*

La relación entre el derecho y la investigación neurocientífica puede contemplarse desde perspectivas diversas, siquiera sea por el carácter polisémico de ambas expresiones.

Francis X. Shen¹, por ejemplo, hablando de la historia de la relación, subraya que los juristas se interesan desde antiguo por el conocimiento neurocientífico, y marca cuatro momentos relevantes de innovación tecnológica para un cambio en el modo de relacionarse. Con ello quiere negar el carácter emergente del ámbito “derecho y neurociencia”. En un trabajo posterior, Shen distingue entre Neuroderecho 1.0 y Neuroderecho 2.0 como nombres para separar en la relación lo ocurrido hasta el momento del futuro que se avecina². Pero una cosa es la continuidad de unas relaciones y sus variaciones y otra, la existencia de un ámbito de estudio autónomo.

Si consideramos los vínculos entre ambas esferas desde la perspectiva de la consolidación de una o varias disciplinas académicas, el disparador que puso a trabajar a toda máquina la producción de literatura especializada fue la promoción de la metáfora conceptual *leer la mente*³. Esta metáfora se desarrolló gracias a, por un lado, el nacimiento de la neurociencia cognitiva⁴, con la que el conocimiento sobre los estados cerebrales se amplió al de todo tipo de cerebros y no solo a los que sufrían daños o patologías y, con ello, a todo tipo de procesos cognitivos; y, por otro, gracias a la obtención de neuroimágenes no solo anatómicas o estructurales, sino también funcionales. De ese modo, tales neuroimágenes anunciaron la lectura de toda una batería de estados mentales esperando a ser descubiertos. La disciplina, por tanto, se convirtió en una discusión sobre en qué medida era posible y/o pertinente traducir el conocimiento neurocientífico sobre estados cerebrales a categorías jurídicas sobre estados mentales⁵.

En este trabajo, la relación entre derecho e investigación neurocientífica se definirá por las demandas que se han presentado al derecho, justificadas en los resultados de la investigación neurocientífica, con el fin de que cambiase alguna de sus prácticas, concepciones o regulaciones. ¿Qué transformaciones se le han pedido y piden al derecho en nombre de ciertos resultados en la investigación neurocientífica?

Por regla general, la pragmática subyacente ha sido exhortar a los operadores jurídicos para que no desatendiesen una mejora científica, parapetados en el anquilosado quehacer jurídico de lentas

¹ SHEN 2016.

² SHEN 2022.

³ NARVÁEZ MORA 2022.

⁴ Fueron Michael S. Gazzaniga (neurocientífico) y George A. Miller (psicólogo), por lo visto mientras iban en taxi, quienes acuñaron la expresión “cognitive neuroscience” para referirse al estudio de cómo el cerebro posibilita la mente, la cognición. En este momento, esos trabajos sobre memoria, percepción, aprendizaje y computación cuentan con la sexta edición de la obra de POEPEL, MAGNUM, GAZZANIGA 2020.

⁵ MORSE 2011a.

modificaciones. En estos contextos, se afirma que los avances neurocientíficos traerán consigo profundas transformaciones para el derecho, lo que seguramente sea cierto, y como tesis ese vaticinio forma parte del mensaje con el que se ha desarrollado la disciplina del Neuroderecho. Los trabajos al respecto nos resultan tan sugerentes⁶ que se van sumando conclusiones que están en tensión entre ellas, cuando no resultan abiertamente contradictorias, y eso consolida un campo de estudio por la cantidad y no por la compatibilidad y consistencia de sus contenidos. Se nos dice, por ejemplo, que el cerebro objetivo revelará los secretos de la mente subjetiva (GREELY, FARAHANY 2019, 451)⁷, de modo que el derecho hará bien en desterrar de entre sus conceptos el libre albedrío, propio del maltrecho dualismo filosófico, pero también se nos pide que legislemos para proteger el neuroderecho humano al libre albedrío⁸. En lo que sigue, como es obvio, no pretendo cuestionar la validez o fiabilidad de las investigaciones en neurociencias de la conducta⁹, que están abriendo posibilidades de recuperación y mejora médica en múltiples frentes, sino tan solo analizar críticamente dos peticiones que se le hacen al derecho: que abandone el retribucionismo penal y que proclame neuroderechos humanos.

Uno de los defensores más firmes del reduccionismo entre estados celulares y moleculares del cerebro y conducta, John Bickle, tiene una admonición que nos viene al pelo a quienes desde la filosofía escribimos sobre estas cuestiones, aunque sus concretas palabras fuesen dirigidas a filósofos dualistas:

«Abject dualisms, of at least the property or event varieties, are now widespread. These are promulgated by people who couldn't distinguish a neuron from a liver cell. Perversely, every one of their arguments depends at least implicitly on some assumed limit to neuroscientific explanation of cognition or behaviour – assumed by people who don't know even the rudiments of the discipline they disparage!»¹⁰.

En sentido inverso, podemos decir que algunos de los argumentos con los que se pide la modificación del derecho parecen también hechos por quienes, en el mejor de los casos, no pueden distinguir la Declaración Universal de los Derechos Humanos del Código Penal, o desconocen que existe un amplio abanico de políticas jurídico-criminales. A tenor de las peticiones específicas que se le hacen al derecho, y su justificación, cabe afirmar que nos encontramos inmersos en lo que voy a

⁶ Tanto que ya se habla de la moda neuro: neuroeconomía o neuroeducación, que siendo esferas de interés legítimo y bien articulado utilizan el prefijo precisamente como reclamo a tenor del neuromarketing. Nótese que el prefijo “neuro”, que se utiliza por primera vez en el término *neurona* entendida como unidad mínima del sistema nervioso, refiere a este. Si el prefijo usado hubiese sido el latino, hablaríamos ahora de nervioeducación, o nervioeconomía, lo que al oído nos devela una semántica diferente, *pace* la semántica diferencial. Ese primer uso de *neurona* en 1891 se debe a Heinrich Wilhelm Gottfried Waldeyer-Hartz, pero el contenido teórico de la conocida como “doctrina de la neurona” se debe a Santiago Ramón y Cajal y fue aceptada en el congreso de la Sociedad Anatómica Alemana en 1889. Cfr. RAMÓN Y CAJAL 1954. También los trabajos de libre acceso en el Centro Virtual Cervantes, donde agradece el apoyo de su amigo WALDEYER-HARTZ, pero deja clara su opinión de que no hizo aportaciones teóricas.

⁷ En GREELY, FARAHANY 2019, 451, podemos leer: «The criminal justice system acts directly on bodies, but fundamentally it cares about minds. As neuroscience progresses, it will increasingly be able to probe the objective, physical organ of the brain and reveal secrets from the subjective mind. This is already beginning to affect the criminal justice system, a trend that will only increase», Posteriormente, en una entrevista editada Farahany sostiene: «I have not argued that neuroscientific evidence is “hard” and “objective,” whereas behavioral evidence is “soft” and “subjective”», FARAHANY 2021.

⁸ YUSTE et al. 2017; IENCA, ANDORNO 2017.

⁹ Vale decir que estoy utilizando apelativos muy genéricos, como investigación neurocientífica o neurociencias de la conducta, pero que cada una de las disciplinas y especializaciones en este ámbito tiene sus propias hazañas en ciencia básica, en experimentación y en aplicaciones clínicas. Para una exposición de la vinculación entre neurobiología y conducta, haciendo un recorrido que va de lo genético pasando por la formación embrionaria, la anatomía, hasta el funcionamiento celular y químico del sistema nervioso, véase el curso de MASON 2017.

¹⁰ BICKLE 2005, 232; texto que refiere a su trabajo BICKLE 2003.

llamar, parafraseando el título de la película de Spielberg, *encuentros en la tercera fase*¹¹. Steven Spielberg utilizó para el título de su pieza¹² la clasificación de J. Allen Hynek, en *The UFO experience: A scientific enquiry*. En ufología se siguen taxonomías, muy elaboradas, sobre los tipos de encuentros cercanos entre objetos voladores no identificados y humanos. Estos pueden ir desde el mero avistamiento confuso hasta la abducción. Las fases van acercando cada vez más al terrestre y al “ente animado” hasta que este último acaba con el primero. Por lo que hace a nuestro ámbito, se inició una fase, en la que continuamos, que pedía más humanidad en nombre de los avances científicos, cuando para ser más humanos dichos avances eran innecesarios. Estamos en una fase en la que se exige protección jurídica del más alto nivel para salvarnos de los usos perversos de la neurotecnología. Sin embargo, la modalidad de protección que se reclama sería tan eficaz, para librarnos de ser manipulados, como envolverse la cabeza en papel de aluminio para despistar extraterrestres.

A continuación, presentaré, en primer lugar, las características que configuran las distintas fases de la relación entre investigación neurocientífica y derecho a partir de las peticiones de transformación solicitadas. En segundo lugar, se detallarán algunos aspectos tecnológicos a partir de cuya utilización se justifica la necesidad de tales transformaciones. En tercer lugar, se analizarán críticamente las peticiones y, por último, cuestionaré que debamos sucumbir ante las reclamaciones hechas en los encuentros en la tercera fase, si bien el razonamiento jurídico para ello sea mucho menos atractivo que las propuestas en sentido contrario.

2. Distintas fases: ver el daño neurológico, leer la mente, y escribir en ella

Los encuentros en la primera fase se produjeron cuando la neuroimagen y la investigación clínica sobre daños cerebrales y medulares disponibles permitieron *ver* el alcance de ciertas lesiones y entender mejor sus posibilidades de recuperación. Ello justificaba, según los profesionales involucrados, un cambio en los protocolos utilizados en los litigios que afectaban a personas que habían sufrido daño neurológico. En esta cuestión, una de las figuras capitales fue J. S. Taylor, quien utilizó la expresión *neuroderecho*¹³ para referirse, casi exclusivamente, a la necesidad de esos nuevos principios de actuación durante los procedimientos en los que se escuchaba a expertos en lesiones, sobre todo medulares. En realidad, tales principios eran una concatenación de afirmaciones con las que se formaba un razonamiento a tenor de cuya conclusión la actividad de los abogados dedicados al daño neurológico tenía que valorarse y otorgársele una mejor posición. En el razonamiento se sostenía que los resultados clínicos de los pacientes, su rehabilitación, eran mejores cuanto mayores eran sus éxitos en los litigios, esto es, cuanto más altas eran sus indemnizaciones¹⁴. Puesto que estos resultados dependían de la calidad y cantidad de la evidencia científica presentada por expertos en los juicios, se imponía la mejora de esa calidad y cantidad mediante la formación en la materia y la cooperación entre profesionales médicos y operadores jurídicos.

¹¹ Para que no haya malas interpretaciones sobre este particular, me sumo a la opinión en la reseña de MURRAY 1972 al libro de HYNEK 1972. La editorial conservadora Regnery utilizó la seriedad del astrónomo, que rompió con las Fuerzas Armadas por no avalar un estudio científico del fenómeno *UFO*. Vale decir que la reseña aquí mencionada fue la más favorable de entre las publicadas y que la reputación académica de HYNEK se hundió.

¹² *Close encounters of the third kind* (1977).

¹³ Entre los años 1991 y 2000, en Houston la editorial HDI, editor oficial de la Asociación Americana de Daño Cerebral (BIAA), publicó la *NeuroLaw Letter* mensual, dirigida por J.S. Taylor y Tyron Elliot. Se trataba de un boletín informativo dirigido a familiares y abogados de afectados por daño cerebral y medular. Ofrecía conocimientos actualizados y datos en los que apoyar la presentación de sus casos en juicios y negociaciones. Con cuatro números al año se sumó, en 1998, la *NeuroTrauma Letter*, que pretendía «[...] to serve as international communication tool for professional in field of neurotrauma care, policymakers, advocacy organizations and others». En este momento, el boletín lleva por título *International NeuroTrauma Letter / International Brain Injury Association*.

¹⁴ TAYLOR 1995.

En pocas palabras, si podemos ver como nunca hasta ahora el alcance anatómico y funcional de una lesión, hace falta que abogados y médicos forenses cambien sus prácticas en favor de las víctimas del daño, lo que se consigue logrando mejores indemnizaciones. Se buscaba la comprensión mutua (TAYLOR et al. 1991) de quienes participaban en tales procesos. El neurólogo podía ofrecer información sobre el alcance del daño sufrido porque *ver* el estado del sistema nervioso podía correlacionarse con actividad motora o con capacidades cognitivas. Por ejemplo, se podían detectar y evidenciar secuelas fingidas¹⁵ y evitar costes innecesarios, o en sentido contrario, prever efectos negativos a lo largo del tiempo a pesar de la aparente poca gravedad de una lesión. Se hablaba de que los operadores jurídicos comprenderían mejor lo ocurrido, y lo que cabía esperar, y las víctimas no verían dilatados los procesos. El cobro de indemnizaciones, fundamental para los procesos de rehabilitación, solo llegaría a sus beneficiarios si se demostraba con profesionalidad el impacto presente y futuro de las lesiones sufridas. El neuroderecho defendido aquí era el conjunto de pautas y recomendaciones que debían crearse para, y usarse en, tales litigios y que se configuró por la colaboración entre expertos en neurología y juristas conocedores del procedimiento judicial. Nos encontramos en el ámbito de la medicina forense en la especialidad de daños cerebrales.

Por supuesto, esta es una lectura favorable, según la cual, se alienta una mejora de la práctica profesional. Otra lectura nos hablaría de la necesidad de gestionar, distribuir y controlar el dinero de indemnizaciones que, en el modelo del derecho de daños estadounidense, para este tipo de lesiones, pueden resultar cuantiosas. Ello supuso la promulgación de una ley sobre daño cerebral que autorizaba al Estado a realizar un seguimiento de la información relativa a dicho tipo de daños y que se comprometía a financiar mediante subvenciones y contratos, «expanded studies and the establishment of innovative programs with respect to traumatic brain injury, and for other purposes»¹⁶.

Las relaciones en la segunda fase, por su parte, se produjeron a la par que la metáfora conceptual de *ver el cerebro* mutaba a la de *leer la mente*, con el impulso de la neurociencia cognitiva y el desarrollo de las técnicas de neuroimagen.

Durante el bienio 2004-2006, las publicaciones de BRENT GARLAND (2004)¹⁷ y ZEKI, GOODENOUGH (2006)¹⁸ sellan la relación entre derecho e investigación neurocientífica, aunque no fue hasta la aparición de la revista *Neuroethics*¹⁹ cuando se retomó el término *neuroderecho*, en este caso como apelativo para la disciplina. En este momento se le pidió -y continúa haciéndose- a la práctica jurídica que revisase algunas concepciones sobre el derecho y ciertas categorías jurídicas, ya que no podría evitarse un cambio en las intuiciones morales sobre libre albedrío y responsabilidad (GREENE, COHEN 2004, 1775)²⁰ o una transformación en la justicia penal sustituyendo el modelo retribucionista por uno consecuencialista (ZEKI, GOODENOUGH 2006, 231).

El análisis comparado en la edición de SPRANGER de 2012²¹ y el libro de casos de JONES et al. 2014²² aceleraron la producción académica haciéndola del todo inabarcable²³. Ello se debió, en

¹⁵ ZASLER 1995.

¹⁶ Preámbulo de la *Public Law 104-166, the Traumatic Brain Injury Act of 1996*. Esta modificaba la *Public Health Service Act* de 1944.

¹⁷ GARLAN 2004.

¹⁸ ZEKI, GOODENOUGH 2006.

¹⁹ En el trabajo de TOVINO 2008.

²⁰ GREENE, COHEN 2004.

²¹ SPRANGER 2012.

²² JONES, SCHALL, SHEN 2014.

²³ La literatura especializada al respecto es tan extensa que en este texto se van a usar solo aquellas referencias que ilustran ejemplificaciones específicas y no los materiales que, por lo general, se incluyen en el estado del arte. Existen bases disponibles donde puede encontrarse indexada la mayor parte de esa literatura. Una de las bases de referencia es <https://www.lawneuro.org/bibliography.php>.

parte, a que el ámbito de trabajo en la primera fase, como se ha dicho, venía restringido por la necesidad práctica de profesionales en casos de rehabilitación y a que su capacidad de difusión e influencia en los años 90 tenía ciertos límites. Pero en la segunda fase, las áreas de trabajo y estudio se desarrollan de la mano de la producción académica, con sus objetivos de exploración y producción. Por supuesto, la relevancia para la filosofía y teoría del derecho fue inmediata, ya que nociones tales como volición, elementos subjetivos de la acción, capacidad de obrar, responsabilidad jurídica, entre muchas otras, se verían afectadas si se daba una revolución en filosofía de la mente que afectase a la teoría jurídica, y ese es, o al menos era, el auspicio²⁴.

La más reciente tercera fase está discutiendo la necesidad de regular el uso de la neurotecnología. Aunque son diversas las definiciones de “neurotecnología” que se utilizan en la literatura especializada, suelen subrayar cómo ésta permite el contacto directo entre máquina y cerebro para la obtención y transmisión de datos. Pero más relevante que la novedad así presentada, lo que sí es de interés, y esta es la clave, son los procesos de computación con datos masivos acerca de estructuras dinámicas cerebrales para la obtención, mediante técnicas de aprendizaje profundo, de algoritmos predictivos y clasificatorios. La metáfora apunta ya no solo a *leer* sino a *escribir* en nuestras mentes. Por ello, esta fase reclama una transformación legislativa, del más alto nivel, para protegernos de usos dañinos de la neurotecnología y favorecer su adecuada utilización. Se habla, entonces, de *neuroderechos*, en plural, para referirse a normas, tanto programáticas como jurídicamente vinculantes y a sus contenidos, con las que llevar a cabo esa tarea de salvaguarda y garantía para el uso correcto de la neurotecnología. La idea central es acelerar la gobernanza efectiva de la neurotecnología puntera.

En todos estos años de avistamientos y encuentros cercanos entre el derecho y la investigación neurocientífica, como dije, una exuberante producción de literatura especializada se ha ido incorporando al acervo de la información académica²⁵. No han desaparecido el tipo de encuentros en la primera fase, ya que siguen dándose negociaciones y litigios en los que una compañía aseguradora abonará una cantidad que depende del concreto alcance de una lesión medular. Seguirá así el diálogo entre juristas y médicos forenses sobre baremos y protocolos, para alcanzar la comprensión mutua, y se hará utilizando cada nueva neurotecnología disponible. No trataré este tipo de encuentros, precisamente porque la petición hecha implica la integración del conocimiento anatómico y funcional del sistema nervioso en el tratamiento del daño con relevancia jurídica. También se siguen mejorando las prácticas de actuación sobre menores infractores a partir de su estudio cognitivo, precisamente porque el avance neurocientífico confirma el conocimiento fenomenológico. Puesto que, como veremos, las aportaciones neurocientíficas son excelentes para obtener información grupal si cuentan con amplias bases de datos normativos, tiene sentido que integren cambios en políticas públicas que vienen a corroborar información, por ejemplo, de psicología social o criminológica. El encuentro en la segunda fase tiene un enorme atractivo editorial cuando publica libros sobre la mente del asesino, y genera promesas que muchos juristas necesitarían ver cumplidas para la mejora de su trabajo. Pero son los encuentros en la tercera fase los que ahora publicitan cascos de cómoda portabilidad para hacer la compra, calculando el precio final solo con ver los productos en el supermercado, o divulgan cómo se conecta el cerebro de una persona paralizada con un ordenador para que pueda comunicarse. Es la explicación de qué hace posible esas novedades la que está justificando las peticiones de cambio de gobernanza.

²⁴ Una de las discusiones que se quiere dar por zanjada con la investigación de Deborah Denno, por ejemplo, refiere a lo que se conoce como “la navaja de doble filo”. El uso de la información neurocientífica en el enjuiciamiento de la responsabilidad penal, ¿aumenta los casos de culpabilidad?, ¿disminuye los de inocencia? En el trabajo con 800 casos de entre los años 1992 y 2012, la autora concluye que no se verifica la hipótesis de la navaja de doble filo. Abogados y jueces reclaman el uso de esa información y la utilizan conforme a estándares bien establecidos. Cfr. DENNO 2015.

²⁵ Contra la que ya se alertaba en MORSE 2011b.

Por ello pasaremos a ver algunos elementos técnicos que han fundamentado la metáfora de leer, a partir de, en efecto, ver el cerebro mejor que nunca.

3. Neuroimagen para leer la mente viendo el cerebro

El 26 de noviembre de 1877, el profesor Alexander Outerbridge Jr. escribía una carta al editor del *Popular Science Montly* con el título *How to practice mind-reading*²⁶. En ella explicaba la técnica por la que, con los ojos vendados, se podía encontrar un objeto escondido por un desconocido, de entre el público, en una sala. El hábil adivinador, en realidad, no está siendo guiado a través del recinto gracias a, como se le ha dicho al auditorio, leer la mente del incauto participante que ha subido al escenario, sino que está siendo guiado por este, ya que sabe leer los imperceptibles e inconscientes movimientos de su brazo y codo a los que, para evitar tropezar, va asido mientras caminan²⁷.

Postular la existencia de movimientos ideo-motores fue la forma de desenmascarar charlatanes en la segunda mitad del siglo XIX²⁸. Se adivinaba dónde estaba oculto un objeto sin contar con información previa al respecto, esto es, se podía, por decirlo así, acertar en una predicción, pero no se había leído la mente. Sin embargo, esa parecía ser la promesa que catapultó la segunda fase de la relación entre derecho e investigación neurocientífica y que justificaba la petición de transformación y modernización del anquilosado mundo jurídico. Por supuesto, se dio a conocer sin revestirse de magia o misterio, sino como el resultado del avance científico. Se trataba de la mejora de técnicas de neuroimagen y del uso que estaba dándole a dichas técnicas la neurociencia cognitiva.

De entre las técnicas de neuroimagen²⁹, aquella que, por su capacidad de ofrecer información funcional, se consideró en su momento más prometedora para leer la mente, destacó la resonancia magnética funcional (RMf). Las imágenes que ofrece esta técnica, ya muy populares, necesitan ser interpretadas para la adscripción de estados cognitivos, si bien no suele prestarse atención al procedimiento por el que se consensua dicha interpretación. Vale la pena hacer una pequeña descripción, por separado, del mecanismo de producción de imágenes con dicha técnica y de la forma de interpretación de sus resultados. De este modo, podrán entenderse mejor las limitaciones que presenta si se trata de transformar la concepción de nociones jurídicas.

Sabemos bien que para obtener imágenes de RMf es necesario colocarse en una máquina tubular, que en realidad es un potente imán. Las neuronas, como cualquier otra célula del organismo, requieren energía para funcionar. La premisa que subyace a la obtención de imágenes en una RMf es que las neuronas que participan de cierto proceso requieren más energía que las que no lo hacen. Dicha energía procede, básicamente, del oxígeno que las células obtienen de la sangre que circula por los capilares circundantes. El transporte de oxígeno lo lleva a cabo la hemoglobina, de modo que en la zona que se requiere energía aumenta la concentración de hemoglobina oxigenada y disminuye la concentración de hemoglobina sin oxígeno. La molécula de hemoglobina tiene ciertas propiedades magnéticas que varían en función de si está o no oxigenada. Cuando la hemoglobina está oxigenada experimenta una pequeña repulsión ante un campo magnético, y cuando no lo está es atraída por

²⁶ OUTERBRIDGE 1878.

²⁷ OUTERBRIDGE (1878, 363) acababa su explicación diciendo que: «Apart of the amusement which these performances invariably afford at a social gathering, the subject of the “ideo-motor movements” is one of the highest physiological interests, and very surprising results may be obtain by a careful study of all the conditions, and an ingenious complication of the experiments».

²⁸ Vale decir que, desde que CARPENTER hiciese su clasificación de movimientos, no se ha dejado de intentar conocer el alcance práctico de estos. Cfr. CANTERGI, AWASTHI, FRIEDMAN 2021.

²⁹ Puede encontrarse una descripción accesible de las diferentes técnicas de lo que se conoce como *Neuroimaging* en DOUGHRTY, RAUCH, ROSENBAUM 2004. En ese texto, las explicaciones están pensadas para el uso diagnóstico psiquiátrico, por lo que tienen todo el rigor técnico, pero, a la vez, se asocian a la comprensión de diversas patologías y trastornos, lo que nos hace a los legos más accesible el contenido.

este. Gracias a esa diferencia varía lo que se conoce como tiempo de relajación transversal, que es lo que tarda en desaparecer el efecto magnético transversal en los núcleos de hidrógeno, cuando se apaga un pulso magnético previamente en marcha, el del famoso imán en el que está el sujeto. Cuando una región está activada, el valor del tiempo de relajación es diferente a cuando está en reposo. Es esa señal, que como se ha dicho depende del nivel de oxígeno en sangre (señal BOLD)³⁰, la que más se utiliza para la obtención de las imágenes. Esa diferencia se considera un indicador del grado de actividad neuronal. Es importante notar que considerar la actividad neuronal a partir de esa señal constituye una inferencia: más sangre en una región, más actividad neuronal en esa región. Medir actividad neuronal a partir de la señal BOLD no es medir directamente actividad neuronal (PASLEY, INGLIS, FREEMAN 2008).

Pero esta es solo una parte del trayecto que hay que recorrer para conseguir imágenes que puedan luego ser interpretadas, y más tarde, usadas como resultado validado de la investigación científica. Se requiere el desarrollo de experimentos para recoger imágenes que puedan resultar significativas y ser guía de interpretación de otras imágenes³¹. De entrada, hay que establecer qué situación experimental contará como presencia de la función que quiere conocerse, para medir cuán activada está un área del cerebro cuando realiza la función, y qué situación valdrá como su ausencia, para medir cómo está el cerebro en estado de reposo. Pero ocurre que la idea de reposo no es tan clara cuando se trata de un cerebro, por más que la persona “no esté haciendo nada”. No en balde un cerebro que no hace nada es un cerebro muerto. Precisamente lo que, como explicaré más adelante, ha dado pie al estudio de conexiones funcionales, centrales para los encuentros en la tercera fase entre derecho e investigación neurocientífica, es que el cerebro, de modo espontáneo y no llevando a cabo la persona una tarea específica, tiene rutas y patrones de conexión específicos. Si se contrasta cómo está el cerebro cuando no realiza una tarea con cómo está cuando la realiza, poder obtener información sobre el estado de reposo es fundamental³². Además, en todo este proceso de obtención de imágenes de manera experimental, es imprescindible eliminar falsas activaciones, así como el ruido -en términos de información- que puede producirse al generarse la imagen. Puesto que la obtención de resultados se hace por agregación de diversas mediciones a diversos sujetos, hay que estandarizar el entorno y contorno de las imágenes con procesos de normalización y suavización para que los vóxeles (píxeles tridimensionales de los que se compone la imagen³³), tengan la combinación de nitidez y precisión adecuadas. A los vóxeles con significación estadística se les asigna un color determinado, y dicha significación va a depender de cómo se haya realizado esa fase experimental. Se quiere obtener así un mapa estadístico que, superpuesto a una imagen anatómica, permita hacer corresponder el lugar en el cerebro con la activación y desactivación de la función.

Por lo tanto, si resumimos el recorrido para la obtención de la imagen que va a ser interpretada, tenemos que, a partir de propiedades físicas y químicas de ciertas moléculas, que producen propiedades magnéticas, que permiten la variación de señales que pueden detectarse y cuantificarse, se genera una imagen computarizada donde los colores (convencionalmente elegidos) varían en función de su relevancia estadística. Por su parte, la determinación de dicha relevancia proviene de haber construido experimentalmente los parámetros de interpretación con la misma técnica. En el transcurso de tales experimentos, se ha promediado la magnitud de la activación de zonas, en la realización de tareas controladas, para representarla con conjuntos de vóxeles que son ubicados en la

³⁰ Se conoce como contraste BOLD, por su sigla en inglés de Blood Oxygen Level Dependent.

³¹ Precisamente, lo costosa que es la obtención de información mediante RMf está promoviendo el acceso en abierto de conjuntos de datos de neuroimagen (MADAN 2021), en especial aquellos que han devenido en masivos por la vía del análisis dinámico de la conectividad funcional. Las plataformas – como OpenNeuro – que facilitan la localización de datos para ser reutilizados, conminan a cooperar manteniendo estándares compartidos de organización de archivos, para no perder potenciales resultados por dispersión y fragmentación de la información.

³² LV et al. 2018.

³³ Téngase en cuenta que la señal en el interior de un vóxel de 4mm^3 se promedia a través de ciertas operaciones.

imagen tras un proceso de normalizado y suavizado, es decir, dando como óptimo cierto nivel de ruido y precisión. Pido disculpas por estas descripciones, pero es importante comprender la diferencia entre el “Mind Reading”³⁴ y el proceso efectivo de interpretación, puesto que las peticiones hechas al derecho en el caso de la lectura de la mente son de extraordinario calado³⁵.

4. La falta de datos normativos para el paso del grupo al individuo

Dejando al margen posibles críticas sobre la validez de esta técnica computacional³⁶, existen dos problemas que provienen del carácter de promedio estadístico que tiene la imagen con la que se interpreta la obtenida en el caso individual.

Lo que nos interesa, cuando contamos con una imagen de la activación de concretas zonas en un cerebro, es poder decir qué es lo que esa imagen significa o, al menos, que es lo que normalmente significa una imagen así. Por ello, hay que vencer el problema del paso del grupo al individuo³⁷, hace falta contar con datos normativos³⁸.

He dicho que el parámetro de interpretación de las RMf se obtiene experimentalmente, pero el elevado coste de cada imagen hace que el grupo con el que se construye el modelo sea poco numeroso. En el uso clínico de las técnicas de medición, son los datos normativos los que permiten comparar a un individuo con un grupo de características similares (edad, educación, etc.) y ubicar sus resultados. Por ejemplo, en una evaluación del desarrollo infantil, se puede determinar si respecto a su edad, altura, sexo, origen de los progenitores, etc., el peso de un bebé concreto se encuentra dentro de los parámetros “normales”. Contar con datos normativos supone haber decidido si, por encima, o por debajo de cierta medición, cabe asociar una anomalía. Pues bien, en el caso de una función neurocognitiva también hace falta un estándar de referencia, un umbral a partir del cual decidir aplicar o no cierto tratamiento. Si recordamos la primera fase de la investigación en neuroderecho, encontramos múltiples supuestos. Por ejemplo, es posible decidir si una lesión deportiva (golpes recibidos en la cabeza en encuentros de boxeo) aconseja la retirada del deportista por los riesgos que corre, o si la lesión afectará a corto plazo cierta capacidad cognitiva o emocional, porque se cuenta con los estándares adecuados. Obviamente estos son revisables, pero están corroborados en la práctica clínica.

Si la presentación de las posibilidades, en cierto estado de la técnica, se describen como «Thus, oxygenated blood flows to certain parts of the brain when a subject is lying, which can be contrasted against the scan of a subject’s brain when said subject is at rest or telling the truth» (ZARRILLI 2022, 8)³⁹, se está obviando el problema del grupo al individuo. Por ejemplo, imágenes obtenidas, sobre treinta personas a las que se les ha pedido que mientan o digan la verdad sobre un dato objetivo, durante una resonancia magnética funcional mostraron el problema⁴⁰. La actividad

³⁴ Nótese que en el mejor de los casos «[...] even in the future when technological or methodological hurdles can be overcome, how we mistakenly encode memories in the brain will limit the accuracy of any decoding process» (MURPHY, RISSMAN 2020), es decir, que el límite a la lectura está en la biología del recuerdo y no en la tecnología.

³⁵ BROWN 2022.

³⁶ Aunque la RMf se ha considerado una de las técnicas de imagen más precisas y fiables aplicadas al cerebro y goza de gran reputación en las incursiones del neuroderecho, su validez ha sido cuestionada. Una revisión en profundidad de los datos ha revelado malas prácticas y errores de programación en una parte sustancial de la investigación realizada para la consolidación de esta técnica. Existe, es especial, un debate abierto sobre la significatividad estadística de los resultados. Cfr. EKLUND et al. 2019.

³⁷ FAIGMAN et al. 2016.

³⁸ O’CONNOR 1990.

³⁹ ZARRILLI 2022, en el contexto de dar sentido a la noción de “coerción”, especifica que esa tecnología ya ha sido superada y que son otras más precisas las que proveen la lectura; pero, *a fortiori*, si la que no lee a un individuo es presentada con ese nivel de seguridad, una técnica mejor a esta hará que no dudemos de su validez.

⁴⁰ BUCKHOLTZ, FAIGMAN 2014.

cerebral de contraste durante las condiciones de “mentir” *versus* “decir la verdad” muestra que, en todos los sujetos, mentir se asocia con una mayor actividad en la corteza prefrontal dorsolateral (DLPFC), en comparación con decir la verdad. Sin embargo, si se examinan los valores de cada uno, se verifica gran variabilidad entre ellas. Mientras que, en efecto, mentir está correlacionado con una mayor actividad de DLPFC en la media, un participante no mostró diferencia en sus valores cuando mentía o decía la verdad y otro mostró mayor actividad cuando estaba diciendo la verdad que cuando mentía. Así que confiar en la actividad de DLPFC para determinar si alguien miente o dice la verdad conduciría a falsos negativos y falsos positivos⁴¹.

Si tenemos una imagen de lo que se activa “normalmente” cuando se tiene miedo, se miente, o se está nervioso, tenemos una información valiosa, pero que no versa sobre una concreta persona, de la que requerimos conocer su estado, y hacerlo para justificar una decisión que permita o impida aplicar derecho. Podría ser que nuestro interés fuese de subsunción probabilística, de manera que pudiésemos ofrecer diagnósticos y pronósticos perfectamente. Por eso, lo que se aporta para usos en encuentros de la primera fase funciona con mucha más claridad que las pretensiones de cambios conceptuales. Los diagnósticos y pronósticos poblacionales no necesitan de esos cambios conceptuales, o no los pueden producir de forma tan inmediata.

Por ejemplo, si se “fotografía” la acumulación de placas beta amiloides y ovillos neurofibrilares en un concreto cerebro, y se puede correlacionar ese estado cerebral con errores graves en las actividades de la vida cotidiana, es decir con lo que presuponemos cierta conducta, sostener que se ha leído un estado mental, como la pérdida de memoria es algo bien asentado y permite diagnosticar la enfermedad de Alzheimer. De hecho, tenemos dos niveles de explicación igualmente válidos de lo que ocurre. Podemos invocar tanto el estado mental, pérdida de memoria, como el estado cerebral (acumulación de placas beta amiloides y ovillos neurofibrilares), y además de forma precisa, pues se puede medir clínicamente la pérdida de memoria y la acumulación de placas. La neuroimagen ha ayudado a los neurólogos a establecer diagnósticos más acertados, precisamente porque el estado cerebral puede explicar la conducta, distinguiendo al enfermo del despistado y del negligente. Pero eso es distinguir conducta de lo que son acaecimientos. En el caso del Alzheimer, cometer errores graves en las actividades de la vida cotidiana no es algo que se “hace”, sino algo que le “ocurre” a quien está en ese estado cerebral o estado mental. Así que, aunque se trate como conducta, por sus elementos externos, la comprobación de que lo realizado no ha sido voluntario, esto es, al cerciorarnos de que la persona no podía actuar de otro modo, se sustituye el “hace” por el “le pasa”.

Debido a la conciencia sobre esta situación, los expertos en neuroimagen han trabajado, como dije, en la construcción de un mapa cerebral que pase de considerar zonas activas a tener en cuenta conexiones funcionales. Se postula que, de ese modo, la comparación del caso individual con el mapa de conexiones sí podría dar respuestas para el supuesto concreto. En la metodología para la obtención de esta información, se busca qué puntos conectan con qué puntos en el cerebro en estados de reposo y luego, en ciertos estados funcionales. Se elige un nivel de precisión y se construyen modelos de conexión. Existen muchas técnicas para la obtención de mapas de conexión. El problema en esta forma de afinar ha sido que, o se acababa ofreciendo la misma información de la que se disponía, si bien corroborada, o se constataba que la flexibilidad de conexiones es tan grande que cada persona, no solo tiene su propio conectoma, sino que este se utiliza de modos cambiantes según se requiera⁴².

⁴¹ FAIGMAN, MONAHAN, SLOBOGIN 2014.

⁴² Para construcción de modelos basados en el conectoma, con el fin de poder predecir conducta o puntuación en una tarea, hay que tener información sobre qué conexiones particulares están asociadas con qué conducta. En concreto, se realiza la medición para un conjunto de personas para descubrir cuales son las conexiones para ese comportamiento. Cfr. SALEHI et al. 2020. A propósito de tales limitaciones, véase la presentación del profesor de radiología e imagen biomédica, quien dirige la investigación de MRI en la Facultad de Medicina de Yale, Todd

Ante las dificultades para establecer relaciones sólidas entre imágenes que representan estados cerebrales y estados mentales jurídicamente relevantes, como se dijo, los trabajos que asumen el carácter de epifenómeno para los estados mentales, y hablan de leer la mente, parece que exageran. El título de los libros y artículos incluyen el “leer la mente” por decisión de los auténticos lectores de mentes del marketing editorial. Saben que presentarse como: «algunas correlaciones entre imágenes computacionales obtenidas en condiciones controladas de experimentación por agregación probabilística y normalizada, de difícil replicación y de validez limitada, y actitudes e intenciones presupuestas en los estados funcionales que originaron las imágenes», no sería lo suficientemente atractivo como para mantener o aumentar el nivel de ventas, ni el de financiación de las investigaciones.

En otras ocasiones, se populariza un descubrimiento alegando que satisfará una necesidad, cuando esta ya es satisfecha por otras vías.

5. *Política criminal con base en la investigación neurocientífica*

La popularidad y el atractivo del campo semántico propio del neuroderecho es indudable. Pero lo que nos interesa son algunas implicaciones de esa popularidad. Ocurre que se refuerza mutuamente aquello que se presenta como muy interesante por novedoso y aquello que se cree novedoso por muy interesante. De ahí a asumir desde políticas para la gestión del delito hasta recomendaciones sobre financiación necesaria va un paso.

Los casos más llamativos, vinculando el conocimiento de los estados y conexiones neuronales con la transformación de conceptos jurídicos, provienen de quienes se llaman escépticos del libre albedrío. Dicho muy rápidamente, sostienen que las neurociencias han probado que el libre albedrío no existe. Por lo visto, creen que al conocer con precisión el cerebro, estados y patrones de conexión, se ha demostrado que allí no hay nada que sea el libre albedrío, por lo que los estados mentales que nos hacen sentir lo contrario son epifenómenos, así que debemos asumirlo y, sobre todo, no errar en cómo asumirlo. La consecuencia principal sería que carece de sentido una práctica como la del castigo retribucionista basado en el demérito de la acción. Dan por sentado que las dificultades para establecer sólidas correlaciones entre estados cerebrales y conducta se superarán en breve, cuando no se han superado ya, y se ocupan de contestar a quienes temen que la inexistencia del libre albedrío nos deje sin poder “aislar” delincuentes. En su argumentación, aunque creen que el escepticismo sobre el libre albedrío, en efecto, supone una amenaza para mantener el retribucionismo como justificación para el encarcelamiento merecido, no creen que lo sea para ofrecer una respuesta al delito violento. Lo interesante es que, desde las primeras incursiones de GREEN, COHEN (2004), pasando por las de EAGLEMAN (2009), hasta la más reciente de Gregg CARUSO (2021)⁴³, ofrecen otras (nuevas) maneras de aislar justificadamente a quien comete delitos: aquella que los rehabilita y reintegra. Afortunadamente, las funciones reintegradora y rehabilitadora, en muchos lugares, han sido elegidas como la mejor justificación constitucional a la privación de libertad y a otras penas privativas de derechos. Es tan robusta la dinámica de las prisiones privadas en USA que parece olvidarse que contaron con el uso de criterios mixtos de justificación, hasta que “la guerra contra el crimen” desembocó en la práctica comercial de la “ley y el orden”⁴⁴. No hace falta la neuroimagen

Constable, hecha en el Dartmouth College Center for Cognitive Neuroscience, *Functional Connectivity, Parcellation, and the Assumptions of Brain Mapping* (filmada el 3 de octubre de 2019) (Último acceso: 6/07/2022).

⁴³ CARUSO 2021.

⁴⁴ La cárcel privada se justifica sociológicamente en que sus costes son menores para la ciudadanía y si hay algo caro es la rehabilitación. Por supuesto, existen dichos programas (ahora un caso bastante interesante es el de menores y adolescentes), pero la cuestión de la novedad es dudosa.

más avanzada para tener programas de rehabilitación, aunque sea excelente contar con ella para hacer más efectivos tales programas.

El reciente modelo de G. Caruso es paradigmático en este sentido. Adopta, a partir de la analogía de la cuarentena desarrollada por Derk Pereboom⁴⁵, un modelo que nos propone como más humano que el retribucionista. Su denominado *public health-quarantine model* dice tomar la ética de la salud pública para llevar a cabo programas de intervención. De nuevo aquí, estamos ante un caso de condición innecesaria. Para defender programas de atención y reintegración no ha hecho falta negar ontológicamente el elemento subjetivo del libre albedrío. Ser conscientes de los determinantes de la conducta, factores de riesgo conocidos, en los que sin duda se incluye la condición psicológica, la fisiología y funcionamiento cerebral, ha permitido que dichos programas se utilicen y evalúen, con mejor o peor tino. El trato que el derecho da a quien produce un daño, claro que depende de la noción de naturaleza humana que se tenga, pero las posturas normativas no se establecen en una correspondencia biyectiva biunívoca a partir de tales nociones. Caruso nos dice que así se es más humano, pero es una paradoja que su querer ser más humano solo pueda explicarse por los estados cerebrales que a él le producen dicho deseo. Si sus propios deseos también son epifenómenos, se acabó para siempre la práctica de la argumentación, que es donde se utilizan razones para justificar políticas.

En la misma línea, Eagleman entiende que la famosa pregunta «¿Quién es el culpable, él o su cerebro?» no tiene sentido y que no debería ser una cuestión tratada en juicio. Hasta ahí, nada que objetar. Pero su rechazo, no proviene de querer evitar la falacia mereológica⁴⁶, ya que con vehemencia dice que ya sabemos que la biología es la responsable de lo que hacemos. Por eso nos dice que si llegan a juicio tres personas han llevado a cabo el mismo delito, pero una es un psicópata, otra esquizofrénica y otra adicta a las drogas, no tiene que dictarse la misma sentencia u otorgarse el mismo trato. Algo funciona mal en su cerebro y, visto por la juez, no es cuestión de culpabilidad, sino de qué hacer como tratamiento, ofreciendo nuevas terapias⁴⁷. No han hecho falta avances en neuroimagen para que las personas acusadas de delitos acaben siendo tratadas, en función de ciertas condiciones médicas, mentales, cerebrales, psicológicas o sociales, que el derecho recoge. Los mejores diagnósticos, con las mejores pruebas científicas, son siempre bienvenidos, pero no hace falta ver en ello una revolución jurídica. Para Eagleman, hay que modular las sentencias, rehabilitar e intentar conocer el riesgo de reincidencia o la peligrosidad, como diría también Caruso. La evaluación del riesgo de conducta futura está en el centro de sus actuales investigaciones. Eagleman y sus colegas creen que la capacidad de predicción de los riesgos de reincidencia bajo ciertos modelos⁴⁸, como el que elabora mediante aprendizaje profundo, puede ser tan acertada que justificaría la denegación de permisos o el establecimiento de condenas condicionales u otras formas de salida/permanencia en prisión. Se trata de la defensa de modelo actuarial⁴⁹. Claro que eso depende del acierto en los modelos predictivos y no cabe duda de que la actual investigación de Eagleman abunda en ese sentido. Otra cosa es a quien se le encarga en el Estado de derecho la propuesta, el debate, la decisión y la implementación de las políticas criminales.

⁴⁵ Modelo criticado en LEVIN, FARINA, LAVAZZA 2021.

⁴⁶ Esta se produce cuando la neurociencia cognitiva «[...] replace the wide range of ordinary psychological explanations of human activities in terms of reasons, intentions, purposes, goals, values, rules and conventions by neurological explanations. And it cannot explain how an animal perceives or thinks by reference to the brain's or some part of the brain's perceiving or thinking» BENNETT, HACKER 2003, 3. A resultas de la confrontación entre quienes acusan a la neurociencia cognitiva de cometer la falacia mereológica, y quienes, estudian las correlaciones entre estados cerebrales y conducta cfr. ROBINS, CRAVER 2009, y SMIT, HACKER 2014.

⁴⁷ Cuando se consideran las aportaciones a la política criminal desde esta perspectiva, explicadas de manera sencilla puede comprobarse que para los juristas versados en política criminal no serían tan novedosas.

⁴⁸ HAARSMA et al. 2020.

⁴⁹ HARCOURT 2007a y HARCOURT 2007b.

6. Encuentros en la tercera fase: protegerse de la escritura cerebral

El tercer tipo de encuentros entre el derecho y la investigación neurocientífica se caracteriza por reclamar la regulación⁵⁰ del uso de la neurotecnología⁵¹, que ahora añade, a la metáfora de la *lectura* mental, la *escritura* cerebral. Para avalar dicha petición se sostiene que, al aunarse, por un lado, la existencia de procesos de aprendizaje automático sobre datos masivos referidos a conexiones funcionales y, por otro, la posibilidad de leer y escribir con técnicas no invasivas en el cerebro, es imprescindible limitar el alcance de uso de dicha tecnología. Se habla abiertamente de implantar recuerdos falsos⁵², así que nada puede parecer más sensato. Por su parte, las lecturas críticas sobre este particular discuten acerca de la modalidad jurídica de protección más adecuada⁵³. Tenemos que entender algo más de lo que ocurre para que la cuestión tecnológica se situé en el centro de las peticiones en la tercera fase.

En su momento, un modelo biológico de conexiones entre neuronas brindó la posibilidad de producir modelos neuronales artificiales. Estos obtuvieron sus aciertos al simular conducta neuronal y nos han llevado al actual estado de desarrollo de la inteligencia artificial, que encontramos en la vida cotidiana, y que sorprende cada día con posibilidades creativas⁵⁴. Pero, nótese, que ahora el recorrido es de doble vía. Por un lado, son los modelos de aprendizaje neuronal artificiales los que pueden arrojar luz sobre el funcionamiento cerebral, y es el nuevo conocimiento sobre las formas de conexión cerebral el que aporta hipótesis para generar novedades en el aprendizaje automático de la inteligencia artificial.

En esta tercera fase, la neurotecnología relevante, por tanto, viene de haber aunado neurobiología e inteligencia artificial. Dicho de forma sencilla, el proyecto fue que el algoritmo obtenido por la generación de modelos neuronales aprendiera a realizar una tarea (identificación, clasificación) a partir del uso de datos masivos que cumplen ciertas características y, luego, se han utilizado modelos biológicos para restringir y corregir la actuación del aprendizaje automático. Esto es: se mejora el resultado de la IA con modelos neuronales, se aprende algo de la capacidad de adquisición cognitiva de las personas gracias al uso de esa IA, y luego se mejora la IA, ya que los resultados que esta arroja pueden compararse con los que se obtendrían cerebralmente y permiten saber si son coincidentes⁵⁵.

⁵⁰ YUSTE et al. 2017; IENCA, ANDORNO 2017.

⁵¹ La recomendación de 11 de diciembre de 2019 de la OCDE define neurotecnología como «devices and procedures used to access, monitor, investigate, assess, manipulate, and/or emulate the structure and function of the neural systems of natural persons», en Recommendation of the Council on OECD Legal Instruments Responsible Innovation in Neurotechnology, [OECD/LEGAL/0457](#).

⁵² En este caso se puede hablar de implantar recuerdos falsos y de eliminar recuerdos existentes, e incluso de cambiar su valor negativo por uno positivo. La técnica de la optogenética lo posibilita. Cfr. ADAMCZYK, ZAWADZKI 2020.

⁵³ Analizando la necesidad de neuroderechos humanos BORBÓN, BORBÓN, LAVERDE 2020. El mejor trabajo que he podido leer por lo que hace al equilibrio en el tratamiento, su exhaustividad y profundidad, es el de E. MOREU CARBONELL (2021). Con una fuerte crítica a la regulación mediante derechos humanos BUBLITZ «This paper argues that the proposed rights, as individuals and a class, should not be adopted and lobbying on their behalf should stop. The proposal tends to promote rights inflationism, is tainted by neuroexceptionalism and neuroessentialism, and lacks grounding in relevant scholarship. None of the proposed individual rights passes quality criteria debated in the field» (BUBLITZ 2022).

⁵⁴ En especial, los programas de creación de imágenes se encuentran en un momento de expansión. Por ejemplo, el Dall E 2 de OpenAI ofrece imágenes producidas tras una sola primera instrucción escrita que exhiben cada vez una mejor alineación del propio sistema de inteligencia general artificial y las intenciones humanas.

⁵⁵ A partir de 2014, por ejemplo, las GAN (Generative Adversarial Networks), en las que dos redes neuronales artificiales van entrenándose a la vez. Una genera unos datos a partir de entradas aleatorias y otra recibe muestras tanto de las salidas de esta primera red como del conjunto real con el que se entrena. Esta segunda red tiene que discriminar entre ambas y, cuanto mejor lo hace, mejores tienen que ser los envíos de la primera red. Esa competición entre ambas redes genera resultados excelentes para generación de imágenes y textos.

Es importante ver la diferencia con los casos de neuroimagen antes mencionados. En estos veíamos activaciones neuronales, que tenían que interpretarse, con los problemas de no tener datos normativos y no poder dar el salto interpretativo del grupo al individuo⁵⁶. Además, aunque cada vez se contase con un mayor número de imágenes, por razones metodológicas podían compararse solo respecto de pocas correlaciones⁵⁷. Luego se consideró, no la activación, sino el patrón de conexión, y eso llevaba a una variabilidad entre individuos que impedía la construcción de mapas útiles para la predicción. Pues bien, si esos patrones espacio-temporales dinámicos, esto es, qué se conecta con qué, por qué vía, durante cuánto tiempo, haciendo qué, se integran sobre una base de datos masivos obtenidos por la colaboración entre laboratorios con diversas metodologías⁵⁸, que se ponen a operar en un entorno de aprendizaje automatizado cooperativo⁵⁹, el resultado por supuesto tiene un impacto extraordinario⁶⁰. Y, además, lo tiene, no solo para el conocimiento de las funciones cognitivas que se estudien, sino para el propio perfeccionamiento del método de obtención. Ya no se trata de computación de la imagen para obtener neuroimágenes, sino de la computación sobre neuroimágenes analizadas para obtener algoritmos predictivos, que se pueden autovalidar. Tales algoritmos, resultantes del aprendizaje automatizado, pueden ser opacos para el investigador, pero, aun así, dar por verificada la presencia de una función cognitiva. El problema no sería tanto, que también, que la determinación de qué ha hecho alguien se acabe dejando a la máquina. Eso no es problemático si el supuesto tiene corroboración por otras vías, como ocurre en los encuentros en la primera fase, en los que cada mejora para ver el cerebro puede obtener validación si se corrobora con el diagnóstico psicológico o conductual. Lo importante es que los casos que en otro contexto contarían como discutibles o indeterminados, dejen de ser discutidos o no lleguen ni a serlo. Por esa misma razón, para modalidades como la detección de mentiras resulta más prometedor el modelo del reconocimiento externo (facial y/o corporal), junto con la provisión de información de usuario conectado a lo largo del tiempo a distintos dispositivos en línea, que el del registro de imágenes intracraneales. Dicho de otro modo, lo que consigue el aprendizaje automático con datos intracraneales lo está consiguiendo más fácilmente sobre otro tipo de datos que generamos de continuo y cuya autorización de uso otorgamos cada vez que utilizamos los múltiples sensores de nuestros dispositivos.

Pero lo que la tercera fase pone por delante, como problema, es la intervención con las tecnologías no invasivas y con el uso de enorme potencia computacional para intervenir y modificar el cerebro. Esa es la razón por la que se postulan los llamados “neuroderechos”. Se trata del derecho a la privacidad mental, a la identidad personal, al libre albedrío de pensamiento, al acceso equitativo a las tecnologías que aumenten las capacidades humanas y a la protección contra sesgos y discriminación. El listado⁶¹, de *lege ferenda*, se auspicia para proteger a las personas de incursiones cerebrales en las

⁵⁶ Además de la relevancia del tamaño de la muestra para los resultados. A propósito de un caso de estudio sobre neuromarketing Cfr. VOZZI et al. 2021.

⁵⁷ Contrariamente a lo que se cree, se comprobó que contar con algunos datos de muchos más individuos brindaba relativamente pocos beneficios, comparado con un muestreo extenso (aquel en el que se obtienen muchos detalles y más horas de estudio) de un número limitado de personas. Este supuesto es más productivo para obtener principios generales. NASELARIS, ALLEN, KAY 2021.

⁵⁸ Los datos se necesitan para validar nuevas mediciones, ya sean sobre estructura cerebral, conectividad o sobre activaciones relacionadas con ciertas tareas. El cuadro de acumulación en curso para la cooperación en este [enlace](#), presentado en MADAN 2021.

⁵⁹ Como ocurre en el caso de FAIR (FAIR Data - Findable, Accessible, Interoperable, and Reusable), se proponen buenas prácticas para el uso cooperativo de los datos, metadatos y algoritmos. Se prefieren, en este ámbito de cooperación, estándares de trabajo compatibles para evitar un equivalente a lo que pasa con los muchos tipos de enchufes: sería mejor un solo tipo de enchufe, aunque no cuente con las mejores funcionalidades en todos sus aspectos, a cinco tipos perfectos en alguna funcionalidad pero que resultan incompatibles.

⁶⁰ Los supuestos de detección precoz y de pronósticos clínicos para los que la técnica es muy eficiente están más que verificados. La cuestión por venir está directamente relacionada con la adscripción cognitiva.

⁶¹ Alojado como [texto programático](#) en la Universidad de Columbia, se encuentra el elenco propuesto por la *NeuroRights Initiative* (2021): The Five Ethical NeuroRights.

que participan las neurotecnologías. Se exigen para vigilar el acceso a, y el uso de, información cerebral obtenida con nuevas tecnologías (lectores, tanto intracraneales como cascos externos) cuando esta es procesada con aprendizaje automático de inteligencia artificial.

Aunque diría que la idea de proteger neuroderechos se ha usado de buena fe⁶², tal como ha ocurrido en Chile con su reforma constitucional y su proyecto de ley⁶³, también participa en la competición de posicionamiento tecnológico con China y Europa⁶⁴. En estos momentos, no está del todo claro si el beneficio de implementar neuroderechos sería la protección efectiva de derechos fundamentales, o, más bien, dificultar cierta competencia empresarial, precisamente porque el lobby que los defiende con ahínco propone, casi como única opción de protección, la existencia de nuevos derechos humanos.

Vale decir que, en los debates para tomar decisiones sobre la regulación de las nuevas neurotecnologías, cabe considerar tres materias distintas, si atendemos al propio desarrollo del marco normativo. Una es la neurotecnología tal y como se contempla en la tercera fase de la relación entre derecho e investigación neurocientífica, otra la inteligencia artificial propiamente, y una tercera, la específica noción de datos. Como ocurrió en la primera fase de la relación aquí examinada, se vuelve a hablar de comunicación entre juristas y expertos en neurotecnología, en este caso incluyendo desarrolladores de software, para proveer una regulación eficaz.

Cada uno de esos tres ámbitos se ha ido desarrollando de manera independiente y, normativamente, se ha trabajado en especial en la protección de datos, ámbito en el cual se ha regulado para salvaguarda de la privacidad y la intimidad, así como para evitar la discriminación⁶⁵. Se ha comprobado que la técnica de regulación en la que se establecen obligaciones y prohibiciones, más o menos precisas, no es la más adecuada ante rápidas transformaciones tecnológicas⁶⁶. De ahí la defensa, ya con más de una década de elaboración, de la regulación por diseño⁶⁷.

Es importante comparar la propuesta de regulación vía el mecanismo de derechos humanos o fundamentales con la regulación desde el diseño. El aparente valor jerárquico, o generalizado, internacional de una ampliación de derechos humanos, hablando incluso de derechos humanos de una nueva generación, no es precisamente una vía eficaz de regulación. No creo que se trate de darse un tiro en el pie (MOREU CARBONELL 2021, 150), sino de pedir con fuerza un tipo de control⁶⁸ para evitar otro que restrinja las propias actividades de los solicitantes. Que se requiera la obtención de autorización para el uso de datos cerebrales parece ser una forma de protección contra el mal uso que, a la vez, permite que la investigación revierta en la mejora de la salud pública. Pero también, es una garantía para la obtención de datos que necesitan investigadores e inversores de la industria del sector⁶⁹. Así que las vías que nos reclaman una buena técnica legislativa y una calidad normativa razonables parecen ser otras:

⁶² Cfr. El encuentro [Neuroderechos en Chile](#).

⁶³ Véase la [tramitación del proyecto de Ley](#) sobre protección de los neuroderechos y la integridad mental y el desarrollo de la investigación y las neurotecnologías.

⁶⁴ Para un examen de las opciones internacionales al respecto puede verse la página de la [International Brain Initiative](#). Quizá resulte algo confundente que entre los logos incluidos bajo la leyenda: «The International Brain Initiative is represented by some of the world's major brain research projects», el de China resulte ser un enlace a una noticia, y no a un proyecto (última consulta 10/10/2022).

⁶⁵ MOREU CARBONELL 2021.

⁶⁶ HOFFMANN-RIEM 2020.

⁶⁷ BUCHHOLTZ 2020.

⁶⁸ Se ha obtenido la aprobación de la decisión A/HRC/51 L3. En tanto que Observación General, solicita, en sustancia al «[...] Advisory Committee of the Human Rights Council to prepare a study, in an accessible format including easy-to-read version, on the impacts, opportunities, and challenges of neurotechnology with regard to the promotion and protection of all human rights». Se han presupuestado 6400 dólares para el presupuesto de 2024.

⁶⁹ Para conocer el estado de la industria neurotecnológica pueden consultarse los informes de [Neurotech Analytics](#) (filial del Deep Knowledge Group).

«What is needed are [...] normative arrangements which wittily balance a wide range of competing interests, with foresight and under conditions of uncertainty, generating fair, meaningful and operationalizable rules in a variety of domains [...] arguments about substantive questions such as balancing governmental interests in law enforcement with individual privacy, rather than the declaration of novel yet empty legal shells»⁷⁰.

No tenemos que olvidar tampoco algunas consideraciones contextuales que nos mantienen en este tipo de debates. La primera es el modelo académico de evaluación, tanto individual como colectivo. Es una constante el reclamo por la financiación, y también por conseguir marcos regulativos que no restrinjan ciertas formas de experimentación. La segunda, el sistema de financiación privada y pública de la investigación y el modelo de inversión en un mercado emergente y acelerado en el que compiten las empresas neurotecnológicas; y, en tercer lugar, las carreras por posicionarse geoestratégicamente entre Estados que generan alianzas y exclusiones. Con este trasfondo, resulta conveniente pasar a proyectos globales que generen datos masivos y que ofrezcan ventajas competitivas. Si se llega a contar con el ofrecimiento voluntario de datos médicos cerebrales, bajo la pretensión de tener mejor protección, lo que involuntariamente se puede estar haciendo es participar en una competición que salvaguarde unos intereses en detrimento de otros⁷¹.

Dirimir el ámbito material, la jerarquía o la validez territorial de las normas que resultarán más adecuadas requiere que se conozca el alcance del problema que se desea solucionar, pero en este momento el relato sobre el presente y el futuro de los avances se está construyendo. Por ejemplo, en la Unión Europea no parece recogerse la petición de la *Brain Initiative*, que goza, en general, de mucha mayor difusión y buen predicamento.

En octubre de 2021, el parlamentario del Grupo Europeo Reformista Conservador Emmanouil Fragkos (ECR) dirigió una pregunta escrita⁷² a la Comisión acerca de la legislación contra la manipulación del cerebro humano mediante la neurociencia. En su presentación, este parlamentario asume el estado de cosas que el discurso sobre los neuroderechos da por sentado, es decir, que ya se han implantado falsos recuerdos en ratones, que el avance de la implantación en humanos es inminente, que las técnicas ayudarán a curar el Parkinson o el Alzheimer, pero que la industria puede usarlas incorrectamente, y que otros entornos ya se están preocupando de abordar el asunto. La respuesta⁷³ de la Comisión, emitida a finales de ese mismo año por el Comisario de Justicia Sr. Didier Reynders, rechaza la necesidad de nuevas actuaciones expertas o normativa ulterior dada la, en su opinión, suficiente protección ya existente⁷⁴. Entiende el Comisario que el desarrollo de la investigación neurocientífica a través del programa *Horizon Europe* ya exige el cumplimiento tanto de principios éticos como de legislación nacional e internacional, así como también de la Carta de derechos Fundamentales de la Unión Europea, por lo que las exigencias y salvaguardas ya son lo suficientemente estrictas.

El atractivo que tiene la lectura de las preguntas y respuestas en el Parlamento Europeo, y el impacto de su difusión, no pueden compararse con la presentación en el Festival Internacional

⁷⁰ BUBLITZ 2022, 12.

⁷¹ La idea de aunar esfuerzos en grandes proyectos se ha comparado con el caso del Proyecto Genoma Humano, para tranquilizar a quien piense que las decisiones de financiación al respecto constituyen un juego de suma cero que acabará perjudicando a quien se queda fuera del reparto. Cfr. KANDEL et al. 2013.

⁷² La pregunta se registró como *Legislation against the manipulation of the human brain through neuroscience*. Cfr. Texto completo de la [pregunta escrita](#).

⁷³ Cfr. la [respuesta](#) completa emitida el 21 de diciembre de 2021.

⁷⁴ *Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council, of 27 April 2016, on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data, and repealing Directive 95/46/EC (General Data Protection Regulation)*, OJ L 119, 4.5.2016, 1, y a [Horizon Europe](#).

de cine de Toronto del documental *Theatre of Thought*⁷⁵, en el que el director Werner Herzog, contando con la colaboración, entre muchos otros participantes, del neurocientífico Rafael Yuste, defiende la necesidad de protegernos mediante derechos humanos ante la posibilidad de que la neurotecnología escriba en nuestra mente y transforme nuestra identidad sin permiso.

⁷⁵ El primer pase a la prensa se hizo el 9 de septiembre de 2022 en Toronto. Este año fue presentado en el Brainfilm Festival de la Fundació Pasqual Maragall de Barcelona en fecha 17 de marzo 2023. No está disponible bajo demanda por el momento (12 de junio de 2023). Para un tráiler oficial véase este [enlace](#). Para una actualización de los datos en la propia página del festival puede consultarse el siguiente [enlace](#).

Referencias bibliográficas

- ADAMCZYK A.K., ZAWADZKI P. 2020. *The Memory-Modifying Potential of Optogenetics and the Need for Neuroethics*, en «Nanoethics», 14, 2020, 207 ss.
- BENNETT M.R., HACKER P.M. S. 2003. *Philosophical Foundations of Neuroscience*, Blackwell.
- BICKLE J. 2003. *Philosophy of Neuroscience. A Ruthlessly Reductive Account*, Springer Science.
- BICKLE J. 2005. *Precis of Philosophy and Neuroscience: A Ruthlessly Reductive Account*, en «Phenomenology and the Cognitive Sciences», 4, 2005, 231 ss.
- BORBÓN D., BORBÓN L., LAVERDE J. 2020. *Análisis crítico de los NeuroDerechos Humanos al libre albedrío y al acceso equitativo a tecnologías de mejora*, en «Ius et Scientia», 2020, 135 ss.
- BROWN T.R. 2022. *Demystifying Mindreading for the Law*, en «Wisconsin Law Review Forward», University of Utah College of Law Research Paper, 499, 2022, 1 ss.
- BUBLITZ J.C. 2022. *Novel Neurorights: From Nonsense to Substance*, en «Neuroethics», 15, 2022, 7 ss.
- BUCHHOLTZ G. 2020. *Artificial Intelligence and Legal Tech: Challenges to the Rule of Law*, en WISCHMEYER T., RADEMACHER T. (eds.), *Regulating Artificial Intelligence*, Springer, 175 ss.
- BUCKHOLTZ J.W., FAIGMAN D.L. 2014. *Promises, Promises for Neuroscience and Law*, en «Current Biology», 24, 18, 2014, 861 ss.
- CANTERGI D., AWASTHI B., FRIEDMAN J. 2021. *Moving Objects by Imagination? Amount of Finger Movement and Pendulum Length Determine Success in the Chevreul Pendulum Illusion*, en «Human Movement Science», 80, 102879, 2021.
- CARUSO G. 2021. *Rejecting Retributivism: Free Will, Punishment, and Criminal Justice*, Cambridge University Press.
- DENNO D.W. 2015. *The Myth of the Double-Edged Sword: An Empirical Study of Neuroscience Evidence in Criminal Cases*, en «Boston College Law Review», 56, 2015, 493 ss.
- DOUGHERTY D.D., RAUCH S.L., ROSENBAUM J.L. 2004. *Essentials of Neuroimaging for Clinical Practice*, American Psychiatric Publishing.
- EKLUND A., NICHOLS T., KNUTSSON H. 2019. *Cluster Failure Revisited: Impact of First Level Design and Physiological Noise on Cluster False Positive Rates*, en «Human Brain Mapping», 40, 7, 2019, 2017 ss.
- EKLUND A., NICHOLS T., KNUTSSON H. 2016. *Cluster Failure: Why fMRI Inferences for Spatial Extent Have Inflated False Positive Rates*, en «Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America», 113, 2016, 7900 ss.
- FAIGMAN D.L., MONAHAN J., SLOBOGIN C. 2014. *Group to Individual (G2i) Inference in Scientific Expert Testimony*, en «University Chicago Law Rev.», 81, 2, 2014, 417 ss.
- FAIGMAN D.L. et al. 2016. *G2i Knowledge Brief: A Knowledge Brief of the MacArthur Foundation Research Network on Law and Neuroscience* (December 6, 2016).
- FARAHANY N.A. 2021. *NeuroLaw: A Conversation with Nita Farahany*, Open Agenda Publishing.
- GARLAN B. 2004. *Neuroscience and the Law. Brain, Mind, and the Scales of Justice*, DANA, AAAS.
- GREELY H.T., FARAHANY N.A. 2019. *Neuroscience and the Criminal Justice System*, en «Annual Review of Criminology», 2, 1, 2019, 451 ss.
- GREENE J., COHEN J. 2004. *For the Law, Neuroscience Changes Nothing and Everything*, en «Philosophical Transactions of the Royal Society of London», Series B, Biological Sciences, 359, 1451, 2004, 1775 ss.

- HAARMSMA G., DAVENPORT S., WHITE D.C., ORMACHEA P.A., SHEENA E., EAGLEMAN D.M. 2020. *Assessing Risk Among Correctional Community Probation Populations: Predicting Reoffense with Mobile Neurocognitive Assessment Software*, en «Frontiers in Psychology», 10, 2020.
- HARCOURT B.E. 2007a. *Against Prediction*, University of Chicago Press.
- HARCOURT B.E. 2007b. *Sulla svolta attuariale in criminologia*, en «Conflitti Globali», 5, 2007, 87 ss.
- HOFFMANN-RIEM W. 2020. *Artificial Intelligence as a Challenge for Law and Regulation*, en WISCHMEYER T., RADEMACHER T. (eds.). *Regulating Artificial Intelligence*, Springer, 175 ss.
- IENCA M., ANDORNO R. 2017. *Towards New Human Rights in the Age of Neuroscience and Neurotechnology*, en «Life Sciences, Society and Policy», 13, 5, 2017.
- JONES O. D., SCHALL J. D., SHEN F. X. 2014. *Law & Neuroscience*, Wolters Kluwer Law & Business.
- KANDEL E.R., MARKRAM H., MATTHEWS P.M., YUSTE R., KOCK, C. 2013. *Neuroscience Thinks Big (and Collaboratively)*, en «Nature Review Neuroscience», 14, 2013, 659 ss.
- LEVIN S., FARINA M., LAVAZZA A. 2021. *Dealing with Criminal Behavior: the Inaccuracy of the Quarantine Analogy*, en «Criminal Law, Philosophy», 17, 2021, 135 ss.
- LV H., WANG Z., TONG E., WILLIAMS L.M., ZAHARCHUK G., ZEINEH M., GOLDSTEIN-PIEKARSKI A.N., BALL T.M., LIAO C., WINTERMARK M. 2018. *Resting-State Functional MRI: Everything that Nonexperts Have Always Wanted to Know*, en «American Journal of Neuroradiology», 38, 8, 2018, 1390 ss.
- MADAN C.R. 2021. *Scan Once, Analyse Many: Using Large Open-Access Neuroimaging Datasets to Understand the Brain*, en «Neuroinformatics», 20, 2021, 109 ss.
- MASON P. 2017. *Medical Neurobiology*, Oxford University Press.
- MOREU CARBONELL E. 2021. *The Regulation of Neuro-Rights*, en «European Review of Digital Administration & Law», 2, 2, 2021, 149 ss.
- MORSE S. J. 2011a. *Lost in Translation? An Essay on Law and Neuroscience*, en FREEMAN M. (ed.), *Law and Neuroscience: Current Legal Issues*, vol. 13, Oxford University Press, 529 ss.
- MORSE S. J. 2011b. *Avoiding Irrational Neurolaw Exuberance: A Plea for Modesty*, en «Mercer Law Review», 62, 2011, 837 ss.
- MUÑOZ J.M. 2019. *Chile—Right to Free Will Needs Definition*, «Nature», 574, 7780, 2019, 634 ss.
- MURPHY E.R.D., RISSMAN J. 2020. *Evidence of Memory from Brain Data*, en «Journal of Law and the Biosciences», 7, 1, 2020, Isaa078.
- MURRAY B. 1972. *Reopening the Question: The UFO Experience. A Scientific Inquiry*. J. Allen Hynek. Regnery, Chicago, en «Science», 177, 4050, 1972, 688 ss.
- NARVÁEZ MORA M. 2019. *How Law and Neuroscience Became a New Field of Study*, en «Bioethics Update», 5, 2019, 75 ss.
- NARVÁEZ MORA M. 2022. *La ilusión neurojurídica: ideas populares sobre mente y neuroimagen*, en SCHAUER F., GONZÁLEZ LAGIER D., SHEN F.X., NARVÁEZ MORA M., JULIÀ-PIJOAN M., BALBUENA PÉREZ D.E., VENTURA MONTOYA M., MADRID RAMÍREZ R., INFANTES CHÁVEZ A., SHINA F.E. (eds.), *Neurociencia y Derecho: aspectos contemporáneos*, Yachay Legal, 91 ss.
- NASERALIS T., ALLEN E., KAY. K. 2021. *Extensive Sampling for Complete Models of Individual Brains*, en «Current Opinion in Behavioral Sciences», 40, 2021, 45 ss.
- O'CONNOR P.J. 1990. *Normative Data: their Definition, Interpretation, and Importance for Primary Care Physicians*, en «Fam Med.», 22, 4, 1990, 307 ss.

- OUTERBRIDGE Jr. A. 1878. *How to Practice Mind-reading*, en «The Popular Science Monthly», 1878, 362 ss.
- POEPEL D., MAGNUM G., GAZZANIGA M.S. (eds.) 2020. *Cognitive Neuroscience*, MIT Press.
- RAMÓN Y CAJAL S.F. 1954. *Neuron Theory or Reticular Theory: Objective Evidence of the Anatomical Unity of Nerve Cells*, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (traducción de Purkiss M.U. Fox C.A.).
- ROBINS S.K., CRAVER C.F. 2009. *No Nonsense Neuro-law*, en «Neuroethics», 2009, 195 ss.
- SALEHI M., GREENE A.S., KARBASI A., SHEN X., SCHEINOST D., CONSTABLE R.T. 2020. *There is no Single Functional Atlas even for a Single Individual: Functional Parcel Definitions Change with Task*, en «NeuroImage», 208, 116366, 2020.
- SHEN F.X. 2016. *The Overlooked History of Neurolaw*, en «Fordham Law Review», 84, 2016, 667 ss.
- SHEN F.X. 2022. *Neuroderecho 2.0*, en SCHAUER F., GONZÁLEZ LAGIER D., SHEN F.X., NARVÁEZ MORA M., JULIÀ-PIJOAN M., BALBUENA PÉREZ D.E., VENTURA MONTOYA M., MADRID RAMÍREZ R., INFANTES CHÁVEZ A., SHINA F.E. (eds.), *Neurociencia y Derecho: aspectos contemporáneos*, Yachay Legal, 9 ss.
- SMIT H., HACKER P.M.S. 2014. *Seven Misconceptions About the Mereological Fallacy: A Compilation for the Perplexed*, en «Erkenntnis», 79, 2014, 1077 ss.
- SPRANGER T.M. (ed.) 2012. *International Neurolaw. A Comparative Analysis*, Springer.
- TAYLOR J.S. 1995. *New Concepts Neurolaw: Towards a new Medical Jurisprudence*, en «Brain Injury», 9, 7, 1995, 745 ss.
- TOVINO S. A. 2008. *The Impact of Neuroscience on Health Law*, en «Neuroethics», 1, 2008, 101 ss.
- VOZZI A., RONCA V., ARICÒ P., BORGHINI G., SCIARAFFA N., CHERUBINO P., TRETTEL A., BABILONI F., DI FLUMERI G. 2021. *The Sample Size Matters: To What Extent the Participant Reduction Affects the Outcomes of a Neuroscientific Research. A Case-Study in Neuromarketing Field*, en «Sensors», 21, 18, 6088, 2021.
- YUSTE R., GOERING S., AGÜERA Y ARCAS B. et al. 2017. *Four Ethical Priorities for Neurotechnologies and AI*, en «Nature», 551, 2017, 159 ss.
- ZARRILLI J. 2022. *Paving the Way for Mindreading: Re-Interpreting “Coercion” in Article 17 of the Third Geneva Convention*, en «Duke Journal of Constitutional Law & Public Policy», 17, 2022, 211 ss.
- ZASLER N.D. 1995. *Recent Developments*, en «The Neurolaw Letter. A monthly HDI publication for Legal and Health Professionals», 9, 8, 47, 1995.
- ZEKI S., GOODENOUGH O. 2006. *Law and the Brain*, Oxford University Press.