

JULIÀ-PIJOAN, Miquel: “La prueba penal de los estados mentales desde la “neurotecnología”: ¿ya es una realidad?”.
Polít. Crim. Vol. 18 N° 35 (Julio 2023), Art. 4, pp. 91-123
[<http://politicrim.com/wp-content/uploads/2023/07/Vol18N35A>]

La prueba penal de los estados mentales desde la “neurotecnología”: ¿ya es una realidad?*

Criminal Evidence of Mental States from Neurotechnology: is it Already a Reality?

Miquel Julià-Pijoan
Investigador postdoctoral Margarita Salas
Universitat de Barcelona – Universitat de Girona
mjuliapijoan@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-6032-3694>

Fecha de recepción: 14/04/2022.
Fecha de aceptación: 29/07/2022.

Resumen

La aparición de tecnologías basadas en datos cerebrales abre nuevas posibilidades a fin de acreditar hechos relevantes para la función jurisdiccional penal, que permanecían ajenos a la corroboración empírica. Una de estas “neurotecnologías” es la “lectura del cerebro” (*brain reading*), que tiene la capacidad de aportar información sobre estados mentales. En este trabajo, analizo críticamente esta nueva técnica con el objeto de proporcionar nuevos elementos que aviven el debate que debe anteceder a su eventual admisión. En concreto, reflexiono acerca de si (i) la descripción que se formula de esta técnica corresponde con la representación que los operadores jurídicos nos hacemos de ella —esencial para evitar exageraciones en torno de la misma— y (ii) si realmente esta suerte de prueba puede suministrar datos jurídicamente relevantes. Como consecuencia, concluyo que existen escollos conceptuales, estructurales y metodológicos que obstaculizan que esta se pueda introducir en el proceso judicial penal.

Palabras clave: proceso penal, estados mentales, prueba, neurociencia, inteligencia artificial.

Abstract: The emergence of technologies based on brain data opens up new possibilities to prove facts relevant to the criminal justice function, which were previously beyond empirical corroboration. One of these "neurotechnologies" is "brain reading", which has the capacity to provide information about mental states. In this paper, I critically analyse this new technique with the aim of providing new elements to fuel the debate that must precede its eventual admission. Specifically, I reflect on whether (i) the description of this technique that is formulated corresponds to the representation that legal operators have of it - essential to avoid exaggerations about it - and (ii) whether this type of evidence can really provide legally

* Este trabajo ha sido realizado en el marco de la Ayuda Margarita Salas convocada por la Universitat de Barcelona, con la financiación del Ministerio de Universidades, la Unión Europea -Next Generation EU- y el Plan de recuperación, transformación y resiliencia y con el apoyo del Proyecto PID2020-114765GB-I00 financiado por MCIN/ AEI /10.13039/501100011033.

relevant data. As a consequence, I conclude that there are conceptual, structural and methodological pitfalls that hinder its introduction in the criminal judicial process.

Keywords: criminal procedure, mental states, evidence, neuroscience, artificial intelligence.

Introducción

La intersección entre derecho y neurociencia está provocando una cantidad de estudios extraordinario,¹ especialmente en lo atinente al sistema penal. Recientemente, uno de los particulares que está copando la atención es la aplicación del conocimiento neurocientífico para descifrar los estados mentales. Esto es, para conocer principalmente las intenciones o las memorias de las personas. Se sostiene que tales estados mentales están codificados por estructuras neuronales y, en consecuencia, mediante técnicas neurocientíficas, se pueden descodificar y acceder a su contenido; devienen —por primera vez— directamente cognoscibles para terceros. Es la denominada “lectura del cerebro” (*brain reading*).² El impulso de esta técnica es tal que ya existen empresas privadas cuyo objetivo es desarrollar “lectores de mente”, con la voluntad de comercializar sus productos.³

Como es de ver, la aparición de esta “neurotecnología” es relevante a efectos de la función jurisdiccional, ya que los estados mentales son de sumo interés para esta.⁴ Así, puede aportar información sobre extremos que en la actualidad quedan excluidos de una corroboración empírica directa, como el elemento subjetivo del delito.⁵ Asimismo, otros usos que se le predicen son, por un lado, la detección de mentiras⁶ y, por el otro, el reconocimiento de memorias vinculadas con la comisión de un delito.⁷

Ante este escenario, prácticamente la totalidad de las reacciones jurídicas constriñen su análisis a la tensión que provoca esta técnica a los derechos fundamentales.⁸ Es más, desde el ámbito científico han surgido iniciativas encaminadas a una reconceptualización de los derechos fundamentales a la luz de estos nuevos avances —descritos como una “neuroevolución”—: son los denominados “neuroderechos”.⁹ Uno de ellos está encaminado a proteger constitucionalmente la privacidad mental, a través de la tutela de los datos cerebrales, dada su inherente vinculación con la “interioridad más íntima de uno y su condición de persona”.¹⁰ Tales iniciativas han motivado modificaciones constitucionales

¹ MACARTHUR FOUNDATION RESEARCH (2019). En este enlace se advierte el crecimiento exponencial de los trabajos sobre Derecho y neurociencia, que publicados en los Estados Unidos de América (1984-2019). En idéntico sentido, respecto Latinoamérica: GARCÍA-LÓPEZ *et al.* (2019), *passim*.

² HAYNES (2012), *passim*; Otros autores lo definen como *mind reading*: MEYNEN (2020), p. 452.

³ Un ejemplo es la empresa Neuralink que pretende conectar nuestros pensamientos en dispositivos electrónicos o incluso que se puedan descargar. PÉREZ COLOMÉ (2019), *passim*.

⁴ Desde la filosofía del derecho: GONZÁLEZ LAGIER (2022), *passim*.

⁵ VILARES *et al.* (2017), *passim*.

⁶ OFEN *et al.* (2017), *passim*. Igualmente, en HAYNES (2012), *passim*.

⁷ RISSMAN *et al.* (2010), *passim*. Igualmente, en HAYNES (2012), *passim*.

⁸ LIGTHART (2020), *passim* y LIGTHART *et al.* (2021), *passim*.

⁹ IENCA y ADORNO (2017), *passim*.

¹⁰ IENCA y ADORNO (2017), p. 14.

como la de Chile, a finales de 2021,¹¹ así como la generación de un debate público al respecto.¹²

Sin embargo, considerando la aplicabilidad de la “lectura del cerebro” en la función jurisdiccional, estimo que el análisis jurídico ha desatendido una cuestión esencial, a saber, si la interpretación jurídica de la “lectura del cerebro” se corresponde con lo que realmente realiza la misma. Es decir, ¿detectar una intención o un recuerdo ostenta el mismo significado para la ciencia experimental que para el derecho? La respuesta a esta pregunta debería anteceder cualquier admisión jurisdiccional de la misma y esta no puede ser diferida hasta que se proponga en un supuesto concreto (*delay fallacy*), debido a las sustanciales consecuencias que puede tener.

Por ello, la contestación a esta interrogación constituirá el objeto de mi trabajo. Primeramente, porque cuando se pretende ingresar una información extrajurídica en el proceso judicial, puede acontecer una distorsión semántica y estructural de esta. Utilizar unos mismos conceptos interdisciplinariamente no asegura que su significado guarde una relación de identidad. Asimismo, la presencia de marcos estructurales distintos puede difuminar la aplicación jurídica directa de conclusiones experimentales.¹³ Orillar esta reflexión no solo puede alterar la valoración de esta suerte de pruebas, al darse por probados extremos que no ostenten una apoyatura empírica, sino también su propia admisión, puesto que el órgano enjuiciador puede admitirla con el convencimiento de que le aporta un conocimiento que, en realidad, no está en condiciones de suministrarle. Por consiguiente, sin abordar esta cuestión no podremos conocer acerca de qué se nos proporciona información y, sin ello, no será plausible efectuar el juicio de pertinencia y utilidad de la prueba.

En segundo lugar, este análisis preliminar tiene su trascendencia, toda vez que no existe en la mayoría de los sistemas judiciales un examen de admisibilidad de la prueba científica. Esta ausencia allana el camino a la introducción de técnicas e instrumentos científicos que no son aptos para ser categorizados como pruebas. Un claro ejemplo de ello fue la introducción en varios procedimientos penales españoles de una técnica neurocientífica, la P-300,¹⁴ que no poseía los más mínimos requisitos de calidad y fiabilidad científica, lo que la llevó a no ser tomada en consideración por los tribunales estadounidenses.¹⁵ Otra muestra de lo anterior son los dos informes de la administración estadounidense en los que se reconoce, y a la vez censura, la utilización habitual en procesos judiciales de técnicas forenses que, aunque no cuentan con el más mínimo apoyo empírico, son admitidas por los tribunales que soslayan

¹¹ Se modificó el art. 19 núm. 1 de la Constitución chilena en méritos de la Ley núm. 21.383.

¹² EDITORIAL EL PAÍS (2022), *passim*.

¹³ Una muestra, aunque no la única, es el estudio neurocientífico de la criminalidad que adopta un sentido más restringido, y por consiguiente diferente, de este término jurídico. JULIÀ PIJOAN (2020), *passim*.

¹⁴ Esta prueba consistía en “encontrar datos conocidos (por el acusado) (...) los que se obtienen midiendo la actividad eléctrica cerebral (de éste) en respuesta a estímulos determinados, y que permitiría acreditar que el mismo tiene conocimientos específicos sobre hechos investigados” (Auto de la Audiencia Provincial de Zaragoza 135/2014, de 19 de febrero).

¹⁵ *Harrington v. State* 659 N.W.2d 509, 516, Supreme Court de Iowa -2003- y *Slaughter v. State*, 105 P.3d 832, 835, Court of Criminal Appeals de Oklahoma -2005-.

este extremo.¹⁶ Precisamente, atendiendo a esta circunstancia, se exhorta a los tribunales a que inadmitan tales métodos,¹⁷ al desembocar en errores judiciales.

Estas dos razones que acabo de exponer tienen una significación procesal. Por un lado, la admisión de una prueba en el convencimiento de que puede proporcionar una información que realmente no está a su alcance impacta en el derecho a un proceso con todas las garantías. Ello es así, dado que esa prueba devendrá impertinente.¹⁸ En segundo lugar, la admisión como prueba de un instrumento científico que no es apto para actuar como tal, por no ser ni válido ni fiable, también provocará un menoscabo al precitado derecho, porque no podrá suministrar un conocimiento al órgano enjuiciador, misión de la prueba pericial.¹⁹ A lo sumo, será una mera hipótesis que no podrá ser tomada en consideración en el dictado de una sentencia, so pena de generar indefensión a la parte afectada. Además, en caso de condena, también quedaría vulnerada la presunción de inocencia al ser enervada por una prueba inválida.²⁰ Estas consideraciones redoblan la necesidad de atender el análisis que planteo en este trabajo.

Finalmente, esta reflexión también auxiliará a poder concretar el impacto que ostenta esta técnica en los derechos fundamentales que, como ya he indicado anteriormente, es donde se concentra la mayor atención jurídica. Esto no obstante, se presenta como hartamente complejo poder evaluar los efectos que la “lectura del cerebro” conlleva para los derechos fundamentales, sino se examina primeramente cuál es su contenido desde una perspectiva jurídica.

En mérito de todo lo anterior, realizaré un examen de la “lectura del cerebro” desde una triple perspectiva. En primer lugar, analizaré los presupuestos que la sostienen y a tales efectos me preguntaré ¿cómo se accede a las estructuras cerebrales que codifican los estados mentales? ¿Es gracias al conocimiento neurocientífico? Desde el ámbito jurídico damos por sentado que es así, mas ¿realmente lo es? Seguidamente, examinaré la correspondencia semántica que apuntaba más arriba: cuando la neurociencia habla de intenciones, de memorias, ¿a qué está aludiendo? ¿Tiene un significado equivalente al que se confiere en el ámbito jurídico? Es dable señalar que en caso de que no lo tenga, su aplicación al proceso judicial se verá comprometida. Por último, me centraré en cuestiones metodológicas y estructurales de la “lectura del cerebro”, con el objetivo de colmar el análisis acerca de su idoneidad para incorporarla en la función jurisdiccional: ¿sobre qué nos aporta información? ¿Cuál es la naturaleza de sus conclusiones?

1. La “lectura del cerebro” y su uso jurisdiccional

1.1 La definición de la “lectura del cerebro”

¹⁶ RESEARCH COUNCIL (2009), *passim*; PRESIDENT’S COUNCIL OF ADVISORS ON SCIENCE AND TECHNOLOGY (2016), *passim*.

¹⁷ PRESIDENT’S COUNCIL OF ADVISORS ON SCIENCE AND TECHNOLOGY (2016), p. 122.

¹⁸ Arts. 24.2 de la Constitución española y arts. 659 y 785.1 de la Ley de Enjuiciamiento Criminal española. STS 153/2018, de 3 de abril y STC 77/2007, de 16 de abril.

¹⁹ SERRA DOMÍNGUEZ citado en NIEVA FENOLL (2019), p. 222.

²⁰ STC 31/1981 y STS 640/2015, de 30 de octubre.

Con carácter preliminar a definir la “lectura del cerebro”, debo señalar que la aparición de esta “neurotecnología” trae causa del desarrollo de los interfaces cerebro-ordenador (*Brain-Computer Interface*, en inglés): una tecnología que se sirve de las señales neuronales de una persona para comandar dispositivos técnicos externos, como una mano robótica en personas.²¹ Tales interfaces se empezaron a desplegar con fines terapéuticos cuando se advirtió que la medición de determinados conjuntos neuronales aportaba información relevante para saber cuál era la intención de personas con incapacidades graves, como las parálisis corporales.²²

La relevancia de la información generada por estas investigaciones ha propiciado que los investigadores anhelan desarrollar tecnologías que rebasen el ámbito terapéutico y sean predicables a toda la población. Para alcanzar este hito, se utilizan los métodos de los interfaces cerebro-ordenador para estudiar nuevos objetivos como el funcionamiento cerebral.²³ La conjunción de estas circunstancias ha excitado la emergencia de la “lectura del cerebro” (*brain reading*), objeto del presente estudio.²⁴ Por ello, lo que aquí me interesa subrayar es que la “lectura del cerebro” participa de la forma de operar de tales interfaces, concretamente de su primera parte, es decir, de aquella que pivota sobre la detección de una activación cerebral vinculada con un determinado estado mental, que permite posteriormente activar el dispositivo correspondiente.²⁵

Como ya avancé en la introducción, el objetivo de la “lectura del cerebro” es penetrar en los estados mentales de una persona, esto es, en sus ideas, pensamientos, intenciones, sentimientos,²⁶ por medio de la medición de su actividad neuronal.²⁷ Así, se manifiesta por sus valedores que el análisis de la actividad neuronal allana la exteriorización de la información almacenada en el cerebro de la persona. Es el instrumento que permite adentrarse al contenido de los estados mentales. La narrativa con la que se envuelve esta técnica es sumamente indicadora de su vocación: sus promotores proclaman que se accede²⁸ y se extraen²⁹ los pensamientos de una persona, se conocen sus intenciones (ocultas).³⁰ Así las cosas, la “lectura del cerebro” se convierte en una herramienta para injerirse en la mente de un sujeto y aprehender su tenor.³¹

A resultas de lo anterior, los estados mentales pierden una de sus características consustanciales que perduraba hasta el momento: su inaccesibilidad (ajena). Esta posibilidad germina de la asunción de que los estados mentales son localizables en el sistema cerebral,³²

²¹ ROELFSEMA *et al.* (2018), p. 599.

²² LEBEDEV y NICOLELIS (2006), *passim*.

²³ HEBART y BAKER (2018), p. 4

²⁴ Señala la relación entre BCI y la “lectura del cerebro”: MECACCI y HASELAGER (2019), p. 447.

²⁵ MEYNEN (2020), p. 453.

²⁶ Este será el significado de estado mental a lo largo de este trabajo.

²⁷ HAYNES (2012), p. 29; MEYNEN (2020), *passim*.

²⁸ “fMRI-based brain reading techniques thus allow researchers to access the contents of thoughts in considerable detail” y “It has been possible to read increasingly detailed contents of a person’s thoughts. Véase, HAYNES (2012), p. 30.

²⁹ MECACCI y HASELAGER (2019), p. 445.

³⁰ HAYNES *et al.* (2007), *passim*. En sentido similar, GILBERT y FUNG (2018), p. 279.

³¹ MECACCI y HASELAGER (2019), p. 444.

³² LENARTOWICZ *et al.* (2010), *passim*.

puesto que son codificados por una actividad neuronal genuina (única e inequívoca).³³ Se asume por la neurociencia que cada estado mental está realizado por actividad cerebral. De ahí que se sostenga que para conocer su contenido y, por tanto, el estado mental del sujeto únicamente sea menester descodificarlos, esto es, descifrar determinados patrones de activación neuronal.³⁴ Es por este motivo que esta tecnología también recibe la denominación más técnica de “descodificación de estados mentales”.³⁵

1.2 Usos jurisdiccionales de la “lectura del cerebro”

La emergencia de esta posibilidad tiene un impacto jurídico palmario. Abre una ventana de oportunidad para la acreditación directa de estados mentales, que hasta el momento permanecían en lo más clandestino del ser humano (pese a ser extraordinariamente relevantes para el desarrollo de la función jurisdiccional). Esta circunstancia ha generado un pujante interés para incorporar esta técnica en el proceso judicial. En lo que sigue, consignaré algunas de sus aplicaciones más relevantes, con el propósito de patentizar la actualidad de la presente cuestión y su trascendencia para la jurisdicción.

Primeramente, con base en la anterior descripción de la “lectura del cerebro”, se podría constatar uno de los particulares que padece un mayor déficit de comprobación en el marco de un proceso judicial penal: el elemento subjetivo del delito.³⁶ En este sentido, en 2017 se publicó una investigación en la que se afirmaba que, por vez primera en la historia, se podía determinar el si el sujeto había actuado consciente (*knowing*) o imprudentemente (*reckless*)³⁷ al desplegar la conducta típica. Todo ello, claro está, basándose en el análisis de su actividad cerebral.³⁸ En el referido estudio, se concluyó que existen patrones de activación neuronal distintos para cada uno de dichos estados mentales, lo que facilitaba su caracterización. Por consiguiente, con la observación de una simple imagen cerebral se podía determinar la intención del sujeto, circunstancia que podría atemperar los errores judiciales.

Asimismo, nada obstaría a extender esta técnica a otros ámbitos, por cuanto existen varios estudios que significan la posibilidad de descubrir las intenciones de los seres humanos, a partir de esta “neurotecnología”.³⁹ Estos nuevos ámbitos podrían ser la constatación del elemento subjetivo de la legítima defensa —la protección ante una agresión ilegítima—, así como la adopción de medidas cautelares, habida cuenta de que la “lectura del cerebro” suministraría datos relevantes acerca de si el reo pretende destruir pruebas, reiterar la conducta delictiva o fugarse, tomando en consideración que la valoración de los referidos particulares dista de ser una empresa sencilla.

³³ HAYNES (2012), p. 30.

³⁴ HAYNES (2012), p. 30. KRAGEL *et al.* (2018), p. 257; HEBART y BAKER (2018), p. 8.

³⁵ HAYNES (2012), p. 29.

³⁶ SSTS 474/2013 de 24 mayo, 987/2012 de 3 diciembre, 217/2019, de 24 de abril. Sobre las dificultades en el ámbito anglosajón GINTHE *et al.* (2018), *passim*.

³⁷ Es menester señalar que los conceptos anglosajones no son plenamente trasladables al lenguaje jurídico español.

³⁸ VILARES *et al.* (2017), *passim*.

³⁹ HAYNES (2011), *passim*; SOON *et al.* (2013), *passim*.

Por último, cumple consignar el uso que acumula más atención en la literatura,⁴⁰ a saber, la detección de mentiras; una ambición perenne que va acomodándose al avance tecnológico⁴¹ y a la que los intereses comerciales no le son ajenos.⁴² En este caso, se propugna que la activación de determinados patrones cerebrales aporta información concluyente acerca de si la persona está diciendo la verdad o no, ya que las personas que mienten exhiben unos datos cerebrales distintos a los que dicen la verdad.⁴³ Esta circunstancia tiene una importancia crítica para el desarrollo del proceso, ya que vendría a enmendar la vulnerabilidad de la memoria y, con ello, la falibilidad del testimonio;⁴⁴ particular que conduce reconstrucciones facticias que no corresponden con la realidad y, en especial, reconocimientos erróneos de su autor.⁴⁵

A su vez, esta posibilidad auspicia una modalidad distinta de la detección de mentiras: la revelación de memorias, que si bien no es una tecnología nueva,⁴⁶ se ha actualizado con el resultado de estudios más recientes que sostienen que se puede acceder a la memoria de una persona mediante la descodificación.⁴⁷ Esta vertiente de la detección de mentiras consiste en analizar neurocientíficamente si una persona reconoce unas evidencias relacionadas con la comisión de un delito:⁴⁸ a un sujeto se le presentan unos estímulos vinculados con un hecho típico que, dadas sus características, únicamente reconocería su autor y, a continuación, se analiza la actividad cerebral que experimenta. Según sus defensores, cuando existe un conocimiento previo del estímulo la actividad cerebral es distinta de si se carece de ese conocimiento. En consecuencia, en este último caso su norte no radica en si el sujeto miente, sino en si el sujeto ostenta un conocimiento previo del estímulo presentado y vinculado a la comisión de un delito.⁴⁹

Como es de ver, la “lectura del cerebro” es innovadora por dos razones principales. Por un lado, por el contenido que puede aportar al proceso judicial, que era inaccesible hasta el momento. Y, por el otro, por la naturaleza de ese contenido: se asume que es objetivo, certero e inmediato (el sujeto no puede modificar la respuesta, toda vez que la técnica escapa de su control). Por consiguiente, se considera que el cerebro es una fuente de información de mejor calidad para los fines jurisdiccionales. Una muestra de ello es el Informe de la *Presidential Commission for the Study of Bioethical Issues* de los Estados Unidos de América, donde se

⁴⁰ PARDO (2018), *passim*. PARDO y PATTERSON (2013), pp. 79- 120. SCHAUER (2016), *passim*. FARAH *et al.* (2014), *passim*. HAYNES (2012), pp. 35-36. VILLAMARÍN (2014), *passim*.

⁴¹ Para un análisis histórico: VICIANOVA (2015), *passim*.

⁴² Varias empresas han ofrecido estos servicios: No Lie MRI y Cephos Corp. IENCA y ADORNO (2017), *passim*.

⁴³ PARDO y PATTERSON (2013), pp. 79 y ss. HAYNES (2012), pp. 35-36. PARDO (2018), *passim*. Este planteamiento tensiona la competencia exclusiva del órgano enjuiciador para la valoración de la prueba; lo abordaré a lo largo del trabajo.

⁴⁴ SCHACTER y LOFTUS (2013), *passim*.

⁴⁵ DIGES (2016), *passim*.

⁴⁶ Este proceder también se ha denominado test de información oculta (“*concealed information test*”), — utilizado en Japón, MATSUDA *et al.* (2019), *passim*— o test de conocimientos incriminatorios (“*guilty knowledge test*”), utilizado en India FARAH *et al.* (2014), p. 124. Es la misma operativa que sigue el *Brain FingerPrinting* o prueba P300, VILLAMARIN (2014), *passim*.

⁴⁷ RISSMAN *et al.* (2010), *passim*.

⁴⁸ HAYNES (2012), p. 35. PARDO y PATTERSON (2013), pp. 92-94.

⁴⁹ PARDO y PATTERSON (2013), 92-94.

aduce que el interrogatorio del cerebro podría aportar datos más fiables que prevendrían errores judiciales.⁵⁰ Este guion cautivador de las conclusiones neurocientíficas también ha sido advertido por algunos estudios que afirman que las personas asumen como más verosímiles aquellas explicaciones que albergan datos neurocientíficos.⁵¹ En la conjunción de ambos motivos descansa la voluntad de incorporar esta “neurotecnología” en la función jurisdiccional.

2. La “lectura del cerebro”: ¿un instrumento neurocientífico o de inteligencia artificial?

Efectuada la conceptualización de la “lectura del cerebro” y evidenciada su significación jurisdiccional, procede comenzar su análisis. En esta primera parte, me dedicaré a examinar dos cuestiones principales que se sitúan en los fundamentos de esta técnica: (i) cómo se advierten y descodifican las estructuras neuronales que contiene los estados mentales y (ii) cuál es la fuente de conocimiento que se utiliza para ello, es decir, en qué disciplina se apoya la “lectura del cerebro” para desarrollar su cometido. Estas cuestiones son esenciales, habida cuenta de que —como acabo de indicar— es la interpelación a la neurociencia, la que facilita su incorporación judicial al asimilarse a un conocimiento objetivo, infalible. Pero ¿es la neurociencia la disciplina que alimenta la “lectura del cerebro”?

2.1 Descripción de la descodificación de estados mentales

La “lectura del cerebro” ha emergido a partir de la realización de determinados estudios empíricos que han permitido descodificar los estados mentales. Estos estudios pivotan sobre la presentación de un estímulo —una palabra o una fotografía— o la realización de una tarea que evoca el estado mental que se propone estudiar. Así, se persigue excitar la actividad cerebral y conocer qué redes neuronales responden a la exposición del estímulo o a la realización de la tarea; lo que aportará información sobre su codificación. A tales fines, se utilizan técnicas neurocientíficas que miden los cambios en la actividad eléctrica del cerebro de una persona. Se usa principalmente la resonancia magnético funcional,⁵² que es capaz de identificar espacialmente la zona cerebral activada.⁵³

Para llevar a cabo la medición referida, no se examina la totalidad del cerebro —entendiéndose ello como la integridad de todas las estructuras neuronales—, sino que se efectúa una selección de las áreas que están más comprometidas con el estímulo o la tarea objeto de estudio. Es decir, aquellas que se activan más intensamente y, por ello, pueden aportar una mayor información. En suma, se delimita la región cerebral de interés para el

⁵⁰ “If we could accurately interrogate the brain, with a high degree of reliability, then just as DNA evidence has helped to exonerate many wrongfully accused and convicted individuals, so too might neuroscience offer greater accuracy and insights to improve our laws and policies. We should be open to the possibilities that neuroscience can bring, while ensuring the progress and responsible application of neuroscience to the legal system and policymaking.” BIOETHICS COMMISSION (2015), p. 102.

⁵¹ WEISBERG *et al.* (2008), (2015), (2018), *passim*.

⁵² Es una técnica neurocientífica que mide los cambios en el flujo sanguíneo y la oxigenación de la sangre. El flujo sanguíneo aumenta en un área cerebral cuando está activa, puesto que necesita más oxígeno. Estos cambios en la actividad cerebral son los que advierte la fMRI.

⁵³ HAYNES (2012), pp. 29 y ss.

estudio,⁵⁴ a partir de estudios previos⁵⁵ o de análisis preliminares.⁵⁶ Definida esta región, se segmenta en pequeñas porciones —denominadas vóxeles—⁵⁷ sobre las que también se realiza una ulterior selección. Los vóxeles seleccionados se miden simultáneamente con la finalidad de aumentar la información que se puede recabar sobre la actividad cerebral.⁵⁸ Con ello, se advierte cuáles han respondido intensa y débilmente al estímulo (los primeros son lo que más interesan a los investigadores)⁵⁹, lo que permite extraer una activación neuronal vinculada al estímulo presentado.

Una vez obtenida esta información, se entrega a un programa estadístico —algoritmo— (*pattern classifier*), con el objetivo de que advierta determinados patrones de actividad neuronal⁶⁰ y los correlacione con el estímulo o tarea presentada.⁶¹ La función de estos algoritmos es aprender y clasificar la información, a partir de los patrones advertidos en el conjunto de datos.⁶² En méritos de lo anterior, cuando al programa se le han presentado suficientes muestras, puede empezar a inferir el estado mental de la persona, por medio del aprendizaje automatizado (*machine learning*).⁶³

2.2 Análisis de los presupuestos de la “lectura del cerebro”

La precedente descripción de la “lectura del cerebro” no sirve únicamente para presentar cómo funciona la misma, sino que, además, de ella se desprende una de sus características sustanciales: los algoritmos de clasificación de patrones (*pattern classifier*) son su espina dorsal. Son estas técnicas las que permiten descodificar los estados mentales.⁶⁴ En este sentido, se reconoce explícitamente que ha sido el impulso alcanzado con los algoritmos el que ha permitido obtener una cantidad de información mayor de las resonancias magnético-funcionales y, por consiguiente, ha sido la inteligencia artificial la que ha facilitado la emergencia de esta “neurotecnología”.⁶⁵ Partiendo de esta premisa, la pregunta que me surge es ¿qué papel juega la neurociencia en este planteamiento?

Esta pregunta es crítica, toda vez que existe una diferencia muy significativa entre afirmar que esta herramienta se basa en el conocimiento científico del sistema nervioso —neurociencia—⁶⁶ o alegar que es un instrumento de inteligencia artificial creado para procesar datos obtenidos mediante técnicas neurocientíficas, en busca de patrones a los que imputar

⁵⁴ POLDRACK (2007), *passim*.

⁵⁵ Acontece con SOON *et al.* (2013), *passim*.

⁵⁶ Se crea un mapa estadístico, que muestre qué regiones se 'activan' por encima de un umbral particular y posteriormente se investigan únicamente aquellas. POLDRACK (2007), *passim*.

⁵⁷ Un vóxel es el equivalente tridimensional de un píxel. Corresponde al elemento más pequeño medido en un volumen de imagen cerebral anatómica o funcional en 3D. HAYNES (2006), p. 526.

⁵⁸ Lo que se denomina análisis multivariante. HAYNES (2006), p. 524-525.

⁵⁹ SMITH (2013), p. 429.

⁶⁰ Aquellas que presentan una mayor variación y son advertibles más fácilmente.

⁶¹ HAYNES (2012), pp. 29 y ss.; SMITH (2013), p. 429. COX y SAVOY (2003), p. 2.

⁶² COX y SAVOY (2003), p. 2.

⁶³ HAYNES (2012), pp. 29 y ss. SMITH (2013), p. 429

⁶⁴ GILBERT y FUNG (2018), *passim*.

⁶⁵ SOMMERS (2021), *passim*. MEYNEN (2020), p. 453.

⁶⁶ Entendida como la explicación y comprensión de cómo funciona el sistema nervioso.

un significado (algoritmo).⁶⁷ Principalmente, por cuanto la fuente de conocimiento en ambas posibilidades es distinta y, en consecuencia, la presencia del conocimiento neurocientífico en el segundo caso es —o podría ser— contingente, a pesar de las interpelaciones a la actividad neuronal y al acceso de su contenido. Dicho en otras palabras, nutrirse de datos obtenidos por medio de técnicas neurocientíficas no garantiza ni equivale a que las conclusiones que se alcancen con ellos participen del conocimiento científico del sistema nervioso. Esta circunstancia motiva que me ocupe de dilucidar dicha cuestión para evitar cualquier suerte de sobrerrepresentación de la “lectura del cerebro”, precisamente en un ámbito donde esta forma de operar no es ajena.⁶⁸

Para ofrecer una respuesta a esta interrogación, analizaré qué sostiene el estado actual de la neurociencia respecto de tres cuestiones esenciales para la “lectura del cerebro”: (i) si se puede identificar la actividad neuronal; (ii) si examinando la actividad neuronal parcialmente, se puede acceder al contenido de un estado mental y (iii) cómo se puede dotar semánticamente a una activación neuronal. La reflexión en torno a estas cuestiones podrá alumbrar una respuesta a la pregunta del párrafo anterior.

2.2.1 La (im)posibilidad de identificar y detectar las estructuras neuronales que codifican los estados mentales

En primer lugar, comenzaré por una de las cuestiones nucleares de esta “neurotecnología”, a saber, la asunción de que los estados mentales son localizables en el sistema neuronal y son codificados por una actividad neuronal genuina. Como indiqué en el apartado anterior, este es el sustrato de la “lectura del cerebro” y sin su concurrencia, la interpretación —como mínimo— jurídica de esta técnica debería verse comprometida. De ahí que me pregunte si actualmente la neurociencia es capaz de individualizar las estructuras neuronales (neuronas, redes, sistemas de neuronas) que codifican genuinamente los estados mentales.

Pues bien, la respuesta a esta cuestión se presenta negativa. Por un lado, debo manifestar que los vóxeles no permiten la identificación de las concretas y específicas redes neuronales que se activan ante la presentación de un estímulo o la realización de una tarea, al menos a día de hoy. A pesar de que es la unidad más pequeña que se utiliza en la medición de una imagen cerebral, su delimitación engloba a millones de neuronas; circunstancia que provoca la imposibilidad de un reconocimiento de las estructuras neuronales concretas que se activan.⁶⁹ Por consiguiente, a través de los vóxeles simplemente se aprecia una actividad neuronal en una vasta área, mas esto no permite la filiación de las redes neuronales que se activan; lo que es muy revelador para una técnica que basa sus conclusiones en la advertencia de las estructuras neuronales que contienen los estados mentales.

Por otro lado, debo significar que esta actividad que se aprecia por medio de la resonancia magnético-funcional no corresponde a una activación neuronal *per se*, es decir, con ella no se detecta la comunicación entre neuronas (sináptica). Por el contrario, la resonancia identifica la alteración magnética que se produce en la composición de una molécula: la

⁶⁷ HILL (2016), p. 44

⁶⁸ WEISBERG *et al.* (2008), (2015) y (2018).

⁶⁹ RAINEY *et al.* (2020), p. 2299; COX y SAVOY (2003), p. 7.

hemoglobina.⁷⁰ Si bien es cierto que este cambio en la hemoglobina está vinculado con la actividad neuronal,⁷¹ el objeto materialmente analizado impide sostener que exista una medición directa de la actividad cerebral. Toda afirmación sobre la actividad cerebral con base en una resonancia magnético-funcional será indirecta o mediata.

Así las cosas, partiendo del estado actual de la neurociencia, no es plausible sostener que se acceda —directamente— a estructuras neuronales únicas que codifican los estados mentales por medio de una resonancia magnético-funcional. Principalmente, por cuanto —de momento— aquellas no se pueden identificar ni detectar. Algunos valedores de la descodificación, como Haynes, han reconocido estos problemas, al manifestar que se debe ser sumamente cauteloso con las atribuciones que conferimos a la resonancia magnético-funcional, puesto que la información descodificada a partir de esta podría no reflejar la que se “halla” en los circuitos neuronales examinados.⁷² Esta afirmación constituye una enmienda a la totalidad del planteamiento, puesto que si el contenido que se “extrae” no proviene de la activación neuronal, ¿de dónde proviene? ¿Cómo emerge? En fin, ¿en qué se basa la precitada técnica? Volveré a ello más adelante.

Antes de finalizar, cumple señalar que las consideraciones que acabo de realizar no deben ser interpretadas en el sentido de que las precitadas resonancias no aportan información valiosa para la investigación científica; faltaría más. Sin embargo, lo que sí que provocan (o deberían hacerlo) es la disolución de la narrativa (apartado 1.1) con la que se envuelve esta “neurotecnología” para presentarla ante el derecho.

2.2.2 Sobre el examen fragmentario de la actividad cerebral

En segundo lugar, retomaré una cuestión que he consignado al exponer la operatividad de la técnica. En ese momento, señalé que en los estudios que sostienen la “lectura del cerebro” se produce una selección de las áreas cerebrales y vóxeles que se van a analizar. Únicamente se analizan aquellas que maximizan la varianza y son más fácilmente advertibles. En consecuencia, habida cuenta de que se abdica de estudiar aquellas áreas que aun activándose no superan un determinado umbral de activación (decidido por los investigadores), se produce un análisis parcial de la actividad del cerebro. Sin embargo, nada obstaría a que estas áreas que se desechan participaran en el procesamiento del estado mental examinado, dado que presentan una actividad.⁷³ Por ello, reflexionaré si este examen fragmentario de la actividad concuerda con lo que el estado actual de la neurociencia predica sobre el funcionamiento cerebral. Esto es, ¿se puede acceder al contenido codificado en la actividad cerebral a partir de un estudio incompleto de la misma?

⁷⁰La hemoglobina es la principal molécula transportadora de oxígeno en la sangre. Está formada por un átomo de hierro, que tiene propiedades magnéticas que varían dependiendo si la hemoglobina transporta oxígeno o no.

⁷¹Cuando aumenta la actividad neuronal en un área, las neuronas necesitan más oxígeno y glucosa, lo que provoca un mayor envío de sangre en esa área. Este aumento del flujo sanguíneo es el que origina más oxígeno en la sangre, circunstancia precisada por las neuronas a los efectos de llevar a cabo su tarea. Ello ocasiona una alteración en las propiedades magnéticas de la hemoglobina.

⁷²HAYNES (2015), p. 262. HAYNES (2006), p.529.

⁷³POLDRACK (2011), *passim*.

Esta pregunta emerge de una cuestión que se presenta como pacífica neurocientíficamente, a saber, que el cerebro opera con circuitos paralelos que se conectan e interconectan a lo largo de toda la corteza cerebral. Este particular implica que la información discurre distribuida ampliamente a lo largo de todo el cerebro, lo que provoca que existan infinidad de puntos de toma de decisión que interactúan entre ellos; sin que ninguno someta al resto.⁷⁴ Como resultado de esta forma de proceder, el funcionamiento cerebral no se puede ubicar en un único punto. Por el contrario, es consecuencia de la interacción de innumerables áreas, cuyo resultado trasciende a la mera suma de estas.⁷⁵

Lo que quiero subrayar aquí es que la percepción, por ejemplo, de un tomate no discurre a lo largo de todo el cerebro como-un-todo, que puede ser aprehendida en cualquier área cerebral. Su forma, su color, su movimiento, su olor, su tacto será canalizado por vías distintas (imagínense cuántos circuitos participan en una tarea compleja como la conducta humana).⁷⁶ Además, no es descartable que, fruto de este procesamiento en paralelo, la representación de la información vaya alterándose a medida que se va comunicando interneuronalmente.⁷⁷ Tales extremos desembocan en que el cerebro debe ser entendido como un todo, no se puede fragmentar.⁷⁸ Dicho órgano es un conjunto de sistemas distribuidos e interactivos de redes y circuitos neuronales.⁷⁹ En ningún caso se puede sostener que los procesos cerebrales se desarrollen por separado e independientemente.⁸⁰

A resultas de lo anterior, se presenta como inverosímil que se pueda acceder al contenido de los estados mentales, cuando únicamente se atiende a las áreas de mayor activación. Este proceder equivale a tratar el cerebro como si se articulara con compartimentos estancos; afirmación a la que la neurociencia no ofrece apoyadura alguna. Sin un análisis completo, no se podrá colmar el significado de la activación. Además, al renunciar a analizar la mayor cantidad de información posible, se patentiza que el objetivo de la “lectura del cerebro” no está encaminado a hallar los elementos constitutivos de los estados mentales, porque solo se toman en consideración los que presentan una diferenciación más elevada. Con todo ello, se intensifica una de las críticas recurrentes a esta suerte de tecnologías: el “neuro-reduccionismo”.⁸¹ Así, los estados mentales no únicamente son reducidos a un conjunto de activaciones eléctrico-cerebrales, sino que estas quedan a su vez constreñidas a las que presentan una mayor activación; concurre una reducción al cuadrado.

Por ende, el planteamiento de la “lectura del cerebro” se contrapone a los postulados de la neurociencia. Por una parte, porque efectúa un examen incompleto de los circuitos. Por la otra, dado que la selección de las áreas a analizar no descansa en un conocimiento científico, sino en rebasar un determinado umbral de activación; extremo que es fijado por los investigadores. Este proceder ha conducido a algunos autores a manifestar que las áreas y los

⁷⁴GAZZANIGA (2012), pp. 20 y 64 y ss.

⁷⁵EAGLEMAN (2015), p. 54. GAZZANIGA (2012), p. 95.

⁷⁶KANDEL *et al.* (1997), p. 402.

⁷⁷SMITH (2013), p. 429-430

⁷⁸SWANSON (2012), p. 4.

⁷⁹SWANSON (2012), p. 129.

⁸⁰GAZZANIGA (2012), p. 95.

⁸¹Se trata de explicar los estados mentales y el comportamiento humano únicamente a través de procesos físicos que se ubican en el cerebro. Un análisis crítico en PARDO y PATTERSON (2013), pp. 23 y ss.

vóxeles se escogen arbitrariamente.⁸² Es más, se ha constatado que dependiendo de la técnica de selección que se utilice, los vóxeles escogidos son distintos.⁸³

2.2.3 La relevancia de la impronta autobiográfica para decodificar

En tercer lugar, me ocuparé de cómo indica la neurociencia que se dotan semánticamente las activaciones neuronales. Esto es, de cómo señales eléctrico-químicas se convierten en representaciones que son reconocidas por los seres humanos. Este es otro de los particulares esenciales de la “lectura del cerebro”, ya que se manifiesta que con ella se decodifica el contenido de los circuitos neuronales que, en este caso, son los estados mentales. ¿Podemos acceder al contenido de una estructura neuronal sin conocer la experiencia de vida de un sujeto?

Pues bien, a pesar de que es una cuestión que aún está estudiándose por los neurocientíficos, se ha concluido que los seres humanos otorgamos significado a las señales electro-químicas que circulan por el cerebro utilizando nuestras vivencias. Es la experiencia, personal e intransferible —de momento— de cada uno de nosotros la que llena de contenido las activaciones cerebrales y les permite adscribir una semántica⁸⁴. En consecuencia, es palmario que este proceso de traducción es eminentemente subjetivo: serán el conjunto de vivencias de una persona el que determinará el contenido de la activación. Se debe reconocer una impronta autobiográfica en el proceso de percepción de la realidad.

Por consiguiente, la observación de la actividad cerebral con el fin de hallar patrones de activación no basta para “extraer” los estados mentales de las personas. Se requiere mucha más información. No es plausible poder acceder al contenido semántico de las activaciones cerebrales de una persona sin conocer la circunstancia (parafraseando a Ortega y Gasset) que la envuelve. En otras palabras, es probable que tales activaciones sean estériles, si se prescinde de la historia biográfica de la persona analizada.⁸⁵ De ahí que algunas experimentaciones neurocientíficas centradas en la decodificación ya estén empezando a realizar largas entrevistas a sus participantes para abrazar esta realidad en sus investigaciones⁸⁶.

Probablemente, la pretensión de alcanzar una conclusión objetiva acerca de los estados mentales —a partir de la activación cerebral— es la que la imposibilita acceder a ellos, habida cuenta de que se desatiende la vertiente subjetiva que los colma de significado.⁸⁷ Algunos neurocientíficos ya han significado este extremo, señalando que “(l)a neurociencia lee cerebros, no mentes. La mente, aunque depende enteramente del cerebro, es un animal totalmente distinto”.⁸⁸

⁸² MECACCI y HASELAGER (2019), p 447.

⁸³ POLDRACK (2011).

⁸⁴ RAMOS ZÚÑIGA (2014), pp. 128-130. EAGLEMAN (2015), p. 34 y ss. FUSTER (2015), p. 382.

⁸⁵ RAINEY *et al.* (2020), p. 2302.

⁸⁶ RAINEY *et al.* (2020), p. 2300.

⁸⁷ RAINEY *et al.* (2020), p. 2300.

⁸⁸ GAZZANIGA (2006) p. 127.

En mérito de lo anterior, debe efectuarse una diferenciación entre las técnicas que ambicionan la decodificación, de aquellas que pretenden profundizar sobre el conocimiento neurocientífico.⁸⁹ A pesar de todas las referencias efectuadas por la “lectura del cerebro” sobre dicho órgano, se constata que el rol de la neurociencia en esta es residual. Los postulados de la “lectura de cerebro” no concuerdan con el estado actual de la neurociencia: (i) no se pueden identificar las estructuras neuronales que codifican los estados mentales, por medio de resonancias magnético-funcionales; (ii) el funcionamiento cerebral imposibilita un análisis parcial del mismo para acceder a su contenido y (iii) para poder conocer este último es necesario tomar en consideración la experiencia de la persona, extremo que se orilla en la “lectura del cerebro”.

2.3 La “lectura del cerebro”: un instrumento de inteligencia artificial

Atendiendo a lo expuesto en el apartado anterior, la “lectura del cerebro” debe ser concebida netamente como un instrumento de inteligencia artificial. La fuente de conocimiento que permite alcanzar conclusiones acerca de los estados mentales es un algoritmo.⁹⁰ Esta consideración ostenta unas consecuencias jurídicas inmediatas, a saber, para utilizarla en el marco de un proceso judicial se deberá desclasificar toda la información sobre su funcionamiento, con el propósito de que las partes puedan acceder a la misma, so pena de causar indefensión.⁹¹ Y esta cuestión distará de ser sencilla, en tanto que es un ámbito explotado por empresas privadas,⁹² por lo que puede considerarse un secreto empresarial, obstaculizando así su desclasificación.⁹³

No obstante, esta conceptualización tiene unas consecuencias más intensas. Con la noción “algoritmo” se interpela a un conjunto de instrucciones, de fórmulas, con el objetivo de detectar patrones, a partir de la información que se le proporciona;⁹⁴ de un modo tal que, cuánta más información se vierta en el algoritmo, más precisos y concretos serán sus resultados.⁹⁵ Esta circunstancia nos evidencia la importancia de los datos con los que se alimenta el algoritmo. La construcción de patrones parte de la información que se vierte al algoritmo; es su sustrato. De ahí que me pregunte si los datos obtenidos mediante técnicas neurocientíficas son idóneos para armar patrones predicables respecto de toda la población.

Esta interrogación parte de la advertencia de una de las propiedades de las neuronas, a saber, la neuroplasticidad. Esta propiedad neuronal consiste en la modificación de la estructura y la función neuronal a partir de la experiencia de vida del sujeto.⁹⁶ Esto es, todas las vivencias de una persona alteran la estructura física del cerebro: la familia, los amigos que vamos teniendo a lo largo de la vida, los trabajos que desarrollamos y la cultura en la que participamos, dejan una huella en el sistema nervioso.⁹⁷ Y, en este sentido, huelga decir que

⁸⁹ POLDRACK (2011), p. 695.

⁹⁰ El algoritmo es la palabra clave de la inteligencia artificial: NIEVA FENOLL (2018), p. 21.

⁹¹ NIEVA FENOLL (2018), pp. 139 y ss.

⁹² PÉREZ COLOMÉ (2019), *passim*.

⁹³ Ya ocurrió en el caso estadounidense *State v. Loomis* (2016) con el algoritmo COMPAS.

⁹⁴ COMOGLIO (2018), p. 331 y ss.

⁹⁵ COMOGLIO (2018), p. 348.

⁹⁶ SALE *et al.* (2014), p. 189.

⁹⁷ EAGLEMAN (2015), p. 20.

cada uno de nosotros tiene sus propias vivencias que no son idénticas a las de otras personas. Por ello, los neurocientíficos han señalado que obra un proceso de individualización de las redes cerebrales.⁹⁸ Cumple señalar, además, que esta propiedad no desaparece a lo largo de la vida del sujeto.⁹⁹

Señalar esta cuestión es muy significativa, toda vez que visibiliza cómo el planteamiento de idear una tecnología basada en la actividad neuronal contraviene —aún más— los principios más básicos en neurociencia, al presumir la inmutabilidad y la uniformidad de los cerebros humanos.¹⁰⁰ Como hemos visto, estas últimas características no concurren cerebralmente, habida cuenta de que existe una variabilidad en la anatomía funcional y estructural del cerebro, debido a diferencias experienciales, pero también genéticas;¹⁰¹ cada cerebro es distinto.¹⁰²

Como he consignado, para que el algoritmo pueda operar correctamente necesita la mayor cantidad de información. Esta, a su vez, debe ser preservada a lo largo del tiempo a los efectos de poder comparar los patrones y poderlos afinar. Por ello, atendiendo a esta exigencia algorítmica, me pregunto si las activaciones cerebrales pueden proporcionar la estabilidad requerida para construir patrones de una persona.

Una vez más, la respuesta se presenta negativa. La información obtenida por técnicas neurocientíficas es vulnerable al paso del tiempo. Así, los patrones de actividad advertidos por medio de una resonancia magnética de una persona irán cambiando a medida que el sujeto vaya aprendiendo nuevas conductas o las suprima porque ya no le son útiles en su entorno, conozca nueva gente o experimente nuevas vivencias.¹⁰³ En consecuencia, el patrón de activación advertido en un momento para un estímulo podría no ser el mismo para ese mismo estímulo para punto temporal posterior, lo que obstaculiza la extracción de conclusiones por la dinamicidad de la información que se le vuelca.

En conclusión, la categorización de la “lectura del cerebro” como un instrumento de inteligencia artificial, no solamente trasmuta la presentación de la misma en el ámbito jurídico, sino que evidencia un importante escollo para el éxito del algoritmo: se nutre al algoritmo con información altamente dinámica y maleable. Estas características obstaculizan cualquier proyección de las conclusiones hacia el futuro, por cuanto quizás esas correlaciones ya no serán válidas en el momento de su aplicación. Cabe significar que esta cuestión es de vital importancia para la función jurisdiccional, puesto que su encomienda versa precisamente sobre hechos pasados que se enjuician bastante tiempo después de su comisión. Todo lo anterior me conduce a preguntarme si son útiles al derecho estas conclusiones.

3. Análisis conceptual de la “lectura del cerebro”

⁹⁸FUSTER (2015), p. 185.

⁹⁹ISMAIL *et al.* (2017), pp. 23-48.

¹⁰⁰JABAKHANJI *et al.* (2022), p. 103.

¹⁰¹KANDEL *et al.* (2021), *passim*.

¹⁰²EAGLEMAN (2015), p. 35.

¹⁰³JABAKHANJI *et al.* (2022), p. 103.

Cuando se plantea la introducción de pruebas de naturaleza extrajurídica, como es el caso que nos ocupa, efectuar un análisis conceptual de la misma es imprescindible por las razones que he expuesto en la introducción. No todo conocimiento tiene cabida en el proceso judicial: únicamente puede acceder al mismo aquel que suministre una información sobre hechos pasados y que sea relevante para la aplicación del derecho al caso concreto.¹⁰⁴ Es la ley la que determina qué hechos deben probarse.¹⁰⁵ La relación entre ley, prueba y el dato que se obtiene de la fuente de prueba no debería desatenderse, por cuanto no cualquier información puede constituir prueba. De ahí la exigencia de su pertinencia.

En este escenario, me pregunto si la decodificación aporta información jurídicamente relevante y pertinente para la función jurisdiccional. A los efectos de responder esta interrogación, reflexionaré en torno al campo semántico de los conceptos que se utilizan en la “lectura del cerebro” con el objetivo de confrontarlos con el significado jurídico de los mismos. Únicamente cuando lo haya practicado, podré aseverar si las referidas investigaciones pueden ser de utilidad para la función jurisdiccional.

3.1 Una cuestión preliminar: el pensamiento

Una de las cuestiones que está presente en la “lectura del cerebro” es su capacidad de descifrar pensamientos. Es la posibilidad que excita más repercusión pública y provoca una mayor atención respecto de cómo podemos protegernos jurídicamente ante este escenario.¹⁰⁶ Ciertamente, los pensamientos *per se* no son jurídico-penalmente relevantes siempre que no se exterioricen: el principio de la responsabilidad penal por el hecho lo veda. No obstante, ante el creciente interés por la justicia predictiva¹⁰⁷ que persigue anticipar las respuestas punitivas, considero que es conveniente preguntarnos: ¿qué es un pensamiento?

Esta pregunta es trascendente, porque los estudios que proclaman la posibilidad de extirpar pensamientos orillan consignar la definición de estos. Luego, ¿a qué accedemos? ¿De qué se nos aporta información? Cabe resaltar que epistemológicamente tiene su importancia: sin una definición clara de lo que se está analizando, las conclusiones alcanzadas pierden utilidad; la presencia de una mayor flexibilidad en los diseños de los estudios científicos reduce la posibilidad que los resultados sean ciertos.¹⁰⁸

Ciertamente, se podría manifestar que socialmente, en el lenguaje natural, se puede delimitar aproximadamente este concepto, pero realmente su contenido es difuso y polisémico, pues con él se alude: a la facultad de pensar, a la acción de pensar, al conjunto de ideas propias de un individuo, al propósito o a la intención.¹⁰⁹ ¿A cuál de ellos se refiere la descodificación? Son acepciones que guardan relación, mas no son idénticas. Pareciera que el uso de este término en el ámbito jurídico, a pesar de no estar plenamente concretado, apela al conjunto

¹⁰⁴ NIEVA FENOLL (2019), pp. 189 y ss.

¹⁰⁵ TARUFFO (2011), pp. 89 y ss.

¹⁰⁶ EDITORIAL EL PAÍS (2022), *passim* y IENCA y ADORNO (2017), *passim*.

¹⁰⁷ JULIÀ PIJOAN (2020), *passim*.

¹⁰⁸ IOANNIDIS (2005), pp. 0696-0701.

¹⁰⁹ REAL ACADEMIA ESPAÑOLA DE LA LENGUA (2022). También reconocido en la literatura especializada en la materia, CARRETERO y ASENSIO (2008), pp. 13 y ss.

de ideas propias de un sujeto;¹¹⁰ tal conceptualización casaría con la narrativa de la “lectura del cerebro”.

Esto, no obstante, al acudir a las ciencias que se ocupan de su estudio empírico, tampoco se halla una respuesta meridianamente clara. La psicología del pensamiento, disciplina que centra su estudio en dicha noción, reconoce que con “pensamiento” se abarca un vasto campo semántico, arduamente concretable. Aun así, se utiliza tradicionalmente como categoría para englobar dos procesos cognitivos: el razonamiento y la solución de problemas.¹¹¹ Asumiendo esta definición tentativa: la descodificación, ¿proporciona información sobre cómo las personas extraen conclusiones a partir de premisas (razonar)? ¿O de cómo se clasifican los problemas para solucionarlos? La lectura de los anteriores apartados nos conduce a una respuesta negativa. Más significativo si cabe es el hecho de que en el Diccionario de Ciencias Cognitivas, que es una obra de referencia en el campo, no existe una entrada para la voz “pensamiento”,¹¹² mas sí que aparecen “solución de problemas” y “razonamiento”. Esta circunstancia constata los escollos para asignar un contenido al concepto, pero sobre todo, evidencia la ausencia de familiaridad de las ciencias experimentales con el uso de dicha noción y hace más necesaria su delimitación.

Por todo lo anterior, considero que antes de asumir socialmente que se puede acceder a un pensamiento es imprescindible especificar a qué nos estamos refiriendo. Precisamente, por las lapidarias afirmaciones que se formulan y las consecuencias que eventualmente se pueden anudar al resultado de la “descodificación” debería evitarse cualquier suerte de ambigüedad. Y, en todo caso, es preciso reflexionar si una respuesta estadística e indirecta del cerebro ante la presentación de un estímulo se puede asimilar a un pensamiento o, por el contrario, debería definirse como lo que es: una respuesta estadística e (sumamente) indirecta del cerebro ante la presentación de un estímulo.

3.2 La intención

En la literatura neurocientífica, existen estudios que sostienen que es posible advertir cuál es la intención de una persona a partir del análisis de patrones de activación cerebral,¹¹³ en el apartado 1.2 ya he indicado los potenciales usos de esos estudios para la función jurisdiccional. Sin embargo, ¿a qué realidad se está interpelando con la “intención”? ¿La misma coincide con su significado jurídico?

Pues bien, es dable señalar que la dotación semántica que se le atribuye a este concepto desde de la investigación neurocientífica dista mucho del significado jurídico. Ello es así, por cuanto el objeto de estudio de las referidas experimentaciones neurocientíficas gira en torno al proceso preparatorio subyacente al comportamiento, versando sobre las activaciones

¹¹⁰ LIGTHART (2020), *passim*. También en la literatura penal, MIR PUIG (2011), pp. 185-186.

¹¹¹ CARRETERO y ASENSIO (2008), pp. 13 y ss. Se advierte también en GARNHAM y OAKHILL (1996), *passim*; y GONZÁLEZ LABRA (2009), *passim*.

¹¹² HOUDÉ *et al.* (2013), *passim*.

¹¹³ El experimento de LIBET (1985) fue el precursor de esta tendencia. En él, se constató que el cerebro había decidido cuál sería la conducta a desarrollar por el sujeto, antes (en concreto, unos cientos de milisegundos) de que este lo decidiera conscientemente. Le han seguido otros: HAYNES (2011), *passim* y SOON *et al.* (2013), *passim*.

cerebrales que anteceden a la decisión de una manera prácticamente inmediata. Este enfoque provoca que algunos neurocientíficos, fruto de sus investigaciones, manifiesten que existen procesos cerebrales espontáneos que anteceden a la toma de decisiones. Y, en este punto, lo relevante es subrayar que, con la referencia a la espontaneidad, se está interpelando a procesos inconscientes: patrones de activaciones cerebrales avanzan el sentido de la conducta, con anterioridad a que esta llegue a la consciencia. Con base en estas investigaciones, se afirma que se puede anticipar la conducta segundos antes de que una persona sea consciente de la decisión adoptada. Estas manifestaciones se insertan en la asunción —revivida por algunos de estos resultados— de la automatización del ser humano, a la que se le anuda la supresión de la libertad de voluntad.¹¹⁴

Como es de ver, las alusiones a la inconsciencia patentizan que el concepto neurocientífico de “intención” no casa con el jurídico, como mínimo en el marco actual.¹¹⁵ En este último caso, esta noción es entendida como la persecución —voluntaria y consciente— de la realización de una conducta típica.¹¹⁶ Precisamente, su presencia es la que motiva una respuesta más intensa del derecho penal, al considerarse la conducta de una mayor reprochabilidad.¹¹⁷ Es más, ambas semánticas se sitúan en polos completamente opuestos: la teoría del delito pivota sobre la idea de comportamiento, cuya característica esencial es la voluntariedad; en su ausencia no puede hablarse de comportamiento ni, en consecuencia, delito.¹¹⁸ Esta contraposición debe prevenir cualquier tipo de aplicación interdisciplinaria directa de las investigaciones, habida cuenta de que parten de marcos estructurales completamente distintos.¹¹⁹

Asimismo, existe una divergencia en la dimensión temporal de este concepto. En la decodificación, el segmento temporal de interés finaliza con la toma de la decisión, puesto que su objetivo es únicamente anticipar cuál será el curso de acción del sujeto. Lo veíamos en el ejemplo del apartado 2: se persigue predecir la decisión poco tiempo antes de que sea consciente de ella. No obstante, el ámbito de interés jurisdiccional trasciende la toma de la decisión y se extiende hasta la exteriorización de la conducta, habida cuenta de que su vocación es enjuiciar acontecimientos pasados. De ahí que la información que aporta la “lectura del cerebro” no colma el interés jurisdiccional por la intención, que también abarca lo que ocurrió desde la toma de decisión hasta la exteriorización de la decisión (comportamiento), particular que es desatendido por estos estudios por ser ajeno a su objetivo.

¹¹⁴ Ya desde CRICK (1994), *passim*. Este planteamiento también ha sido acogido en la filosofía por CHURCHLAND (2005) y desde la óptica jurídica GREENE y COHEN (2004), *passim*. Las principales posturas neurocientíficas han sido analizadas en la dogmática penal en DEMETRIO CRESPO (2011), *passim*.

¹¹⁵ Si bien es cierto que el debate sobre la mecanización del ser humano está presente en la doctrina penal (DEMETRIO CRESPO, 2011 y 2013; HASSEMER 2011; FEJOO SÁNCHEZ, 2011), el “neurodeterminismo” no es acogido por dichos autores con lo que la semántica jurídica de la intención mantendría su vigencia. Asimismo, deben señalarse problemas metodológicos para que esta visión completamente automatizada del ser humano sea plausible (PATTERSON, 2019, pp. 11-27 y JULIÀ PIJOAN 2020, pp. 285 y ss), *passim*.

¹¹⁶ MIR PUIG (2011), pp. 267 y ss.

¹¹⁷ MOORE (2021), pp. 179-205.

¹¹⁸ MIR PUIEG (2011), pp. 186 y 213 y ss.

¹¹⁹ Para un análisis crítico de la relación entre proceso penal, neurociencia y libre albedrío JULIÀ PIJOAN (2020), pp. 286 y ss.

Cumple señalar que esta discrepancia temporal impacta en la ambición de incorporar tales técnicas en el proceso judicial, toda vez que la “lectura del cerebro” no es capaz de suministrar información sobre intenciones pasadas.¹²⁰ Esta sólo opera en la simultaneidad; circunstancia que volatiza —por el momento— cualquier posibilidad de ser incorporada en el proceso judicial.

Por último, debo considerar una cuestión metodológica que desarrollaré con más profundidad posteriormente (apartado 4.4), mas que tiene trascendencia conceptual. Esta consiste en cómo se estudian empíricamente determinados conceptos jurídicos. En varias ocasiones he consignado un estudio donde se afirmaba que se puede determinar, a través de una neuroimagen, si el sujeto actuó consciente (*knowing*) o imprudentemente (*reckless*) al desplegar la conducta típica. A decir del estudio, los participantes se sometieron a una resonancia magnética funcional mientras decidían si transportarían una maleta, cuyo contenido podría constituir contrabando. Lo que ahora me interesa resaltar es que a lo largo de todo el estudio se reitera la referencia al contrabando como alusión a la conducta analizada, circunstancia que es coherente si se quiere examinar un “estado mental criminal”. Sin embargo, en la descripción del método experimental se consigna: “Note that, although the instructions did not use the term contraband so as not to discourage participants that were averse to illegal behavior, we use the term here for convenience”.¹²¹ Luego, ¿prevenir la aversión de los participantes a la conducta delictiva es compatible con pretender estudiarla? ¿Se pueden estudiar los “estados mentales criminales” sin circunscribirlos en conductas típicas?

Con ello, quiero evidenciar que no únicamente opera una divergencia conceptual, en el sentido de que existen definiciones distintas interdisciplinariamente, sino que también pueden concurrir distorsiones conceptuales producto de cómo se produce el estudio empírico de conceptos con relevancia jurídica.

3.3 La mentira

La detección de mentiras es la aplicación de la “lectura de cerebros” que presenta menos obstáculos metodológicos,¹²² siendo este un objetivo que se anhela desde hace bastantes décadas.¹²³ Asimismo, es la aplicación que tiene una incidencia más directa en la función jurisdiccional, por cuanto, a decir de sus valedores, su implementación es capaz de discriminar aquellas personas que dicen la verdad de aquellas que mienten; se identifica el sistema neural vinculado con la mentira.¹²⁴ Esta circunstancia tiene una importancia crítica para el desarrollo del proceso, ya que permitiría al juez atender únicamente a aquellos testimonios de los testigos que no han mentado. Huelga apuntar que esta narrativa se contrapone a la encomienda constitucional de la función jurisdiccional a los órganos enjuiciadores: la valoración de la prueba ya no sería realizada por estos, cuestión ya señalada

¹²⁰ JONES *et al.* (2020), pp. 28 y ss.

¹²¹ VILARES *et al.* (2017), *passim*.

¹²² HAYNES (2012), pp. 34-35.

¹²³ VICIANOVA (2015), *passim*.

¹²⁴ FARAH *et al.* (2014), *passim*. PARDO (2018), *passim*.

por la jurisprudencia como un escollo a su introducción.¹²⁵ Sin embargo, ahora me interesa confrontar si la información sobre la mentira que nos revela la investigación neurocientífica confluye con la mentira relevante a efectos jurídicos. ¿Se estudian las mentiras?

A estos efectos, primeramente, es menester delimitar el ámbito de relevancia jurídica de la mentira. En este sentido, cabe señalar que existe una obligación por parte de los testigos de decir verdad, so pena de la comisión de un delito de falso testimonio.¹²⁶ Así, la mentira (jurídicamente relevante) adviene cuando un testigo declara contraviniendo esa obligación y, en consecuencia, “se aparta sustancialmente de la verdad (...) miente en lo que sabe y se le pregunta”.¹²⁷ Esto es, cuando el declarante, teniendo el deber de no mentir, manifiesta lo contrario de lo que sabe.¹²⁸ Es respecto de esta situación de la que nos debe proporcionar información la investigación empírica, si esta se quiere introducir en el ámbito jurisdiccional.

Pues bien, partiendo de este estado de cosas, una de las dificultades que se advierte en el estudio empírico de la mentira descansa en el diseño de la experimentación. Principalmente, por cuanto se parte de la entrega de unas instrucciones que deben seguir los participantes, en la que se les indica cuál debe ser su conducta. A efectos ilustrativos, señalaré dos estudios consignados por la literatura específica. En un experimento para estudiar los correlatos neuronales de la mentira, se entregaron dos cartas a los participantes. Seguidamente, se les manifestó que debían negar la posesión de una de las dos cartas cuando esta les apareciera en una pantalla; momento en que se analizaba la activación cerebral que tenía el sujeto y se comparaba con el patrón de activación de cuando el participante decía la verdad.¹²⁹ En un caso similar, se les hacía escoger un número del 3 al 8 que, posteriormente, tenían que negar haber seleccionado, cuando aparecía en una pantalla.¹³⁰ La presencia de instrucciones no ha desaparecido en estudios más recientes.¹³¹

Al tener que ceñirse al cumplimiento de unas instrucciones, se obstaculiza el estudio de la generación de una declaración mendaz bajo la obligación de decir verdad. Al observar unas instrucciones, la investigación se asemeja al estudio de una representación teatral o al desarrollo de un juego. Es más, incluso podrían ser excluidos del experimento si no lo hacen.¹³²

Así las cosas, algunos autores han señalado que la actividad cerebral que se advierte durante el desarrollo de la experimentación no reflejaría el sustrato neuronal de la mentira, sino más bien estaría correlacionado con los distintos procesos cognitivos

¹²⁵ STS 4957/2010, de 29 de septiembre y en lo relativo a la jurisprudencia norteamericana *Wilson v. Corestaff Services L.P.*, 900 N.Y.S. 2d (2010) 641.

¹²⁶ Para un análisis en derecho comparativo de la regulación REY *et al.* (2019), *passim*.

¹²⁷ STS 1624/2002, de 21 octubre.

¹²⁸ REAL ACADEMIA ESPAÑOLA DE LA LENGUA (2022).

¹²⁹ LANGLEBEN *et al.* (2002), *passim*.

¹³⁰ HAKUN *et al.* (2008), *passim*.

¹³¹ PARDO (2018), pp. 155 y ss.

¹³² PARDO (2018), pp. 143 y ss.

vinculados a dar cumplimiento a las instrucciones.¹³³ Esto es, a procesos vinculados a la atención (estar pendiente de los estímulos que se presentan) o a la memoria (recordar cuál es la carta o número que he seleccionado o las experiencias que motivan la selección del estímulo falseado). Por consiguiente, el estudio empírico de la mentira activa procesos neuronales vinculados con otros procesos cognitivos, que dificultan el estudio aislado de la mentira, al mezclarse con ella.¹³⁴ En consecuencia, al menos por el momento, parece que no se presenta como plausible una detección de los correlatos neuronales *de la* mentira de interés para la función jurisdiccional.¹³⁵

En este punto, Schauer¹³⁶ señala que, a pesar de que obviamente la mentira instruida (la que tiene lugar en los experimentos) no es idéntica a la mentira que acontece en situaciones del mundo real, ello no obsta a que la medición de la mentira instruida pueda aportar correlaciones útiles para predecir la mentira en situaciones reales. Sin embargo, lo relevante aquí no es debatir sobre si esas conclusiones aportan una información (indirecta) sobre la mentira o no, sino clarificar el proceder de la “lectura del cerebro” y abordar si coincide con la descripción que se formula de ella.

Afirmar que se detecta *la* mentira a partir del análisis de la actividad cerebral de una persona no es equivalente a declarar que se suministran datos estadísticos e indirectos sobre la mentira, con base en experimentaciones cuyo diseño ecológico presenta limitaciones para su aplicación directa al mundo real. En este segundo supuesto, la respuesta ya no es binaria ni extraída neuronalmente, como nos promete la “lectura del cerebro”. De ahí la necesidad de este análisis conceptual.

3.4 La memoria

Una modalidad distinta de la detección de mentiras consiste en el uso de resonancias magnético-funcionales para determinar si una persona reconoce evidencias vinculadas con la comisión de un delito.¹³⁷ Dicha técnica consiste en la presentación de unos estímulos que están vinculados a un hecho típico y que únicamente reconocería su autor. Por consiguiente, su vocación no radica en si el sujeto miente, sino en si el sujeto ostenta un conocimiento previo del estímulo.¹³⁸ El ejemplo prototípico es el arma del crimen. En ese caso, la prueba se articularía de la siguiente manera: se le presentarían, entre otras imágenes, el arma y se analizaría la actividad cerebral del sujeto para determinar si la (re)conoce o no. Dependiendo del patrón de activación se asignaría una conclusión u otra.

Como es de ver, el núcleo de esta otra modalidad descansa en la memoria. Ello es relevante, habida cuenta de que ya se señala que se puede acceder a la memoria de una persona mediante la descodificación,¹³⁹ circunstancia que se podría aprovechar jurisdiccionalmente. Se

¹³³ FARAH *et al.* (2014), pp. 124 y ss.

¹³⁴ FARAH *et al.* (2014), pp. 124 y ss.

¹³⁵ Reconocido incluso por sus promotores: “detection of artificial laboratory lies give no clear indication as to whether a lie could be detected during a criminal investigation” HAYNES (2012), p. 35.

¹³⁶ SCHAUER (2016), p. 97.

¹³⁷ HAYNES (2012), p. 35; y PARDO y PATTERSON (2013), pp. 92-94.

¹³⁸ PARDO y PATTERSON (2013), pp. 92-94.

¹³⁹ RISSMAN *et al.* (2010), *passim*; y HAYNES (2012), *passim*.

considera que un interrogatorio al cerebro proporcionaría una información más certera y útil a los fines del proceso judicial.¹⁴⁰ Se asume que la memoria de una persona es una grabación de su vida, que permanece almacenada en el cerebro y que, injiriéndose en ella, se alcanzará una revelación de lo sucedido. Pero, una vez más, ¿a qué nos estamos refiriendo cuando se alude a memoria? ¿Qué tipologías de memoria existen? ¿Todas son relevantes para el proceso judicial? ¿Se puede acceder a todas ellas? ¿Acerca de qué extremos nos aportan información?

Primeramente, debo señalar que el ámbito de estudio de esta “neurotecnología” se constriñe a una única parcela de la memoria: la autobiográfica-semántica. Esta es la relativa a los acontecimientos que ha experimentado una persona, así como información sobre su vida y entorno: el lugar de nacimiento, su nombre verdadero, sus amigos, familiares, entre otras. Esta restricción ostenta un impacto jurisdiccional relevante, puesto que excluye poder utilizar esta técnica para conocer extremos de crítica trascendencia para el proceso judicial como los estados mentales que ostentaba el reo en la comisión del delito; ámbito en el que existen precisamente más problemas probatorios. Es más, algunos científicos son sumamente escépticos sobre si se podrá acceder a ello algún día.¹⁴¹

Efectuada esta precisión, me desplazaré a una cuestión de mayor significación. La aparición de esta técnica está vinculada a alcanzar la memoria sin la mediación del sujeto, lo que evitaría cualquier alteración de esta. Se ambiciona penetrar en la realidad (“objetiva”) que advirtió el sujeto cuando presenció el acontecimiento. Este proceder podría sortear la fragilidad de la memoria que impregnan cualquier declaración.¹⁴² Pero ¿este relato es asumible empíricamente?

De momento, la respuesta es negativa. En el experimento de referencia sobre esta cuestión,¹⁴³ se advirtió que el algoritmo no era capaz de discriminar la experiencia subjetiva de un recuerdo de la realidad (“objetiva”). Es decir, cuando el sujeto percibió como subjetivamente cierta una memoria, aunque esa no se correspondiera con la realidad (“objetiva”), provocaba una reacción neuronal indistinguible a la que afloraba cuando la creencia subjetiva y la realidad coincidían. Estos resultados juntamente con lo sostenido por la psicología del testimonio y lo reseñado acerca de la percepción (subapartado 2.2.3) constatan que la memoria es una reconstrucción subjetiva de la realidad y, por ello, falible. Difícilmente se puede hallar en ella un relato verídico y objetivo de lo experimentado. De ahí que se sostenga que esta tecnología no sea apta para la función jurisdiccional.¹⁴⁴ Por ello, es preciso iniciar una reflexión en torno a la idoneidad de la memoria como fuente de prueba.¹⁴⁵

4. Análisis metodológico

Por último, debo señalar otras cuestiones de naturaleza metodológica y estructural que difuminan la factibilidad de este planteamiento descodificador. A lo largo de todo el trabajo

¹⁴⁰ BIOETHICS COMMISSION (2015), p. 102.

¹⁴¹ MURPHY y RISSMAN (2020), pp. 8 y ss y 30.

¹⁴² DIGES (2016), *passim*. SCHACTER y LOFTUS (2013), *passim*.

¹⁴³ RISSMAN *et al.* (2010), *passim*.

¹⁴⁴ MURPHY y RISSMAN (2020), p. 58.

¹⁴⁵ NIEVA FENOLL (2020), *passim*.

he mencionado los estudios de la “lectura del cerebro” y la relevancia de sus conclusiones,mas ¿cómo se alcanzan? Para contestar esta pregunta, abordaré el marco estructural que permite obtenerlas y señalaré las fallas que presenta el mismo. Seguidamente, me interrogaré acerca de si esta técnica nos ofrece información estadística o binaria y si las conclusiones alcanzadas parten de situaciones que se corresponden con la vida real. Finalmente, dedicaré mi atención a si las muestras de población de las que se nutren los estudios son lo suficientemente representativas de la población para poder generalizar su uso. Este análisis permitirá que el examen de la “lectura del cerebro” a efectos jurisdiccionales sea completo.

4.1 Cuestiones lógicas

Cabe resaltar que la “lectura del cerebro” incurre en algunos problemas lógicos. Primeramente, trata de atribuir una función o una característica que corresponde a todo el ser humano, a una minúscula parte de él; cuestión que se ha denominado falacia mereológica.¹⁴⁶ Por otro lado, su forma de operar tampoco está exenta de discusión, al alcanzar sus conclusiones por medio de inferencia inversa. Esto es, en primer término, los estudios miden la respuesta cerebral de un estado mental y, una vez la han obtenido, se afirma que se puede inferir el estado mental, utilizando ese patrón de actividad. Se opera hacia atrás para tratar de adivinar el estado mental, con base en la actividad neuronal “descodificada”.¹⁴⁷ Esta manera de razonar no es deductivamente válida. Es una falacia lógica consistente en afirmar el consecuente.¹⁴⁸

La naturaleza correlacional de las conclusiones que se alcanzan mediante estas experimentaciones imposibilita dar cobertura a esta tipología de razonamiento. Las correlaciones son asociaciones estadísticas entre dos particulares, que muestran que la presencia de un parámetro X (un patrón de actividad) eleva la probabilidad del fenómeno estudiado Y (pensar en un cuchillo). Por tanto, señala que X ocurre a menudo junto a Y. Aun así, nada obsta a que pueda concurrir dicho patrón, mas no acontezca el fenómeno, y viceversa,. Estamos en sede estadística. Ello es así, por cuanto la correlación no nos proporciona una evidencia constitutiva del fenómeno; puede proporcionar *una* representación de pensar en un cuchillo, mas no *la* representación de pensar en ello.¹⁴⁹ Dicho en otras palabras, los resultados empíricos no acreditan una relación de necesidad entre los dos particulares que se vinculan, propia de la causalidad. No se constata que el área cerebral sea necesaria para el estado mental objeto de estudio.¹⁵⁰ Y sin la concurrencia de esta relación de necesidad, no es aceptable la utilización de la inferencia inversa, al menos en los términos que sostiene la “lectura del cerebro”; no existe la base para armarla.

Además de esta relación de necesidad, para aplicar la inferencia inversa, se requeriría que el patrón de activación emergiera únicamente para un estado mental; lo que no sucede en la

¹⁴⁶ BENNETT y HACKER (2003), p. 73.

¹⁴⁷ POLDRACK (2006) y (2011), *passim*.

¹⁴⁸ POLDRACK (2006), *passim*.

¹⁴⁹ PARDO y PATTERSON (2013), pp. 8-12.

¹⁵⁰ POLDRACK (2011), p. 695.

práctica: una misma área cerebral normalmente se activa en más de una tarea cognitiva y una tarea cognitiva activa varias áreas cerebrales.¹⁵¹

4.2 Sobre el objetivo de esta “neurotecnología”

Lo anteriormente expuesto —y, especialmente, la presencia de correlaciones—, incide en el norte de la “lectura del cerebro”, ya que no se puede afirmar que esta tenga como misión proporcionar respuestas binarias, como parece deducirse de su definición. Más bien su objetivo es calcular la probabilidad de que concorra un estado mental a partir de un determinado patrón de activación.¹⁵² Esta precisión patentiza que estamos ante la trasfiguración de la descripción de esta técnica; trasfiguración que es sustantiva para el derecho: no se “accede” a estados mentales ni se ofrece *la* respuesta acerca de qué estado mental tiene o tenía una persona. La conclusión empírica solo proporcionará un dato estadístico ajeno al supuesto de hecho enjuiciado, que deberá descenderse al relato fáctico enjuiciado por medio de una motivación, de una valoración probatoria. Es por ello que abdicar de la valoración probatoria de las pruebas neurocientíficas sea un error.¹⁵³

Y, en este sentido, cabe indicar que la mayoría de los estudios que consignan esta probabilidad —que no son la totalidad— la sitúan ligeramente por encima del azar.¹⁵⁴ Este dato permite cuestionar si la “lectura del cerebro” realmente aporta un valor añadido al proceso judicial o, como mínimo, si puede definirse como una técnica que pone fin a la falibilidad (humana) en la valoración de la credibilidad de un testimonio o para conocer un determinado estado mental.

4.3 De las correlaciones y sus efectos

El hecho de que se trabaje con correlaciones provoca que la conclusión empírica no aporte *per se* un conocimiento directamente útil para el proceso judicial. Así, por ejemplo, que en la “detección de memorias” se concluya que existe una alta probabilidad de que un sujeto reconozca un estímulo vinculado a la escena del crimen no aporta ningún dato incriminatorio: ¿cómo saber si realmente fue el autor material del delito, su promotor o una persona bien informada, pero inocente? Es una pregunta que permanece irresuelta.

Igualmente ocurre con la descodificación de pensamientos o intenciones. Anticipar un “pensamiento” no equivale a que el mismo (i) vaya a mantenerse posteriormente (ii) ni que devenga necesariamente en un comportamiento; puede cambiar de opinión. Esta cuestión trae causa de una divergencia en el planteamiento del derecho y la neurociencia (también extensible a la inteligencia artificial): esta última trabaja con un marco estructural mecanicista, automatizado, reducido a cuestiones físicas, donde el libre albedrío es inexistente,¹⁵⁵ mientras que en el derecho se opera con razones, motivaciones. De ahí que se orille el estudio de estas cuestiones, cuando son esenciales para el derecho.

¹⁵¹ POLDRACK (2006) y (2011), *passim*. VILARES *et al.* (2017), p. 3226.

¹⁵² POLDRACK (2011), *passim*.

¹⁵³ A diferencia de lo sostenido por la STS 814/2020, de 5 de mayo.

¹⁵⁴ HAYNES (2011), *passim*; SOON *et al.* (2013), *passim*; GILBERT y FUNG (2018), *passim*; Aquellos que consignan un porcentaje que lo rebasa, se precisa que tal porcentaje podría estar abultados: RISSMAN *et al.* (2016), p. 605.

¹⁵⁵ HAYNES (2011), p. 16.

Asimismo, las correlaciones traen consigo otro efecto. Los estados mentales que será capaz de detectar el algoritmo estarán condicionados por los datos de entrenamiento. La capacidad predictiva del mismo se constreñirá a aquellas situaciones para las que haya existido una base dataística de entrenamiento, puesto que la inteligencia artificial “no puede darse a sí mismo nuevos hechos”;¹⁵⁶ extremo que debe ser tomado en consideración, por cuanto los estados mentales son infinitos.¹⁵⁷

4.4 Sobre la validez externa de los estudios

La relevancia de esta tipología de estudios para la función jurisdiccional estriba en la información que nos pueden suministrar acerca de situaciones del mundo real; si el conocimiento que nos aportan está alejado de la realidad se difuminará el interés para su incorporación al proceso. Son de poca utilidad las conclusiones que emergen del estudio de supuestos irreales, ficticios. Es por este motivo que he dedicado un apartado a la cuestión conceptual, que está íntimamente ligada a esta (apartado 3). Ahora, sin embargo, me ocuparé de algunos asuntos particulares más específicos que no tenían cabida en el precitado análisis.

En primer lugar, cabe señalar que cuanto más pequeña sea la muestra del estudio, esto es, cuanta menos gente se analice, menor será el poder que ostente la investigación para acreditar una hipótesis y, por ende, menos probabilidad de que la misma sea verdad. Ello es así, porque al reducir el espectro poblacional, se reduce la representatividad y se puede seleccionar mejor los sujetos que apoyen las hipótesis ambicionadas.¹⁵⁸ Pues bien, cumple señalar que las muestras que toman en consideración las investigaciones que he reseñado a lo largo del trabajo son significativamente ínfimas: 16¹⁵⁹, 18¹⁶⁰ y 24¹⁶¹ personas. En consecuencia, la confiabilidad respecto de dichos resultados queda mermada. A estos efectos, en un estudio reciente, se ha señalado que es necesario trabajar con muestras de miles de personas para poder empezar a obtener, en este campo de investigación, conclusiones que no sean abultadas.¹⁶²

Además de ser una muestra cuantitativamente reducida, es dable significar que está compuesta por un fragmento de la población minúsculo: los participantes son diestros, jóvenes (no superan los 35 años), sin ninguna patología y angloparlantes nativos —en aquellos estudios que aportan esta información—. Por consiguiente, las conclusiones alcanzadas por dichas experimentaciones solo se podrían utilizar para este reducidísimo segmento de la población, habida cuenta de que se desconoce qué ocurriría cerebralmente si una persona zurda o un hispanohablante recuerda una evidencia vinculada al hecho delictivo.

¹⁵⁶ HAN (2021), p. 57. El *machine learning* también participa de esta idea al alimentarse de los datos que se le han vertido para buscar otras respuestas predictivas.

¹⁵⁷ HAYNES (2006), p. 531. HAYNES (2012), p. 33.

¹⁵⁸ IOANNIDIS (2005), p. 0696. BUTTON *et al.* (2013), *passim*.

¹⁵⁹ RISSMAN *et al.* (2010) y (2016), *passim*.

¹⁶⁰ SOON *et al.* (2013), *passim*.

¹⁶¹ GILBERT y FUNG (2018), *passim*.

¹⁶² Análisis efectuado sobre estudios que señalan asociaciones entre diferencias interindividuales en la estructura o función del cerebro y fenotipos complejos de salud cognitiva o mental (*brain-wide association studies* (BWAS)). MAREK *et al.* (2022), *passim*.

Esta circunstancia volatiza su incorporación a la función jurisdiccional, especialmente porque la desatención a la diversidad cultural, lingüística, generacional o sobre la lateralidad, genera desigualdad y discriminación. Más aún, cuando se pretende conferir a tales resultados un halo de objetividad. Así las cosas, esta suerte de investigaciones han limitado aún más la parte poblacional objeto de estudio: se ha pasado de nutrirse de personas pertenecientes a sociedades occidentales, educadas, industrializadas, ricas y democráticas¹⁶³ (WEIRD)¹⁶⁴ — que era una de las principales críticas a los estudios neurocientíficos que utilizaban resonancia magnético funcional— a servirse de una ínfima parte de estos.

Otra de las cuestiones importantes a tomar en consideración son las contramedidas (*countermeasures*), es decir, estrategias que puede adoptar el sujeto para boicotear el éxito de la técnica. Según se ha podido comprobar, esta “neurotecnología” no sería impermeable a las mismas y su implementación podría situar la tasa de fiabilidad alrededor de un 33%.¹⁶⁵ Asimismo, la actividad cerebral dista de ser un parámetro ajeno a la consciencia, al control del sujeto, que proporcione una información directa e inmediata; puede ser modulada. Lo hemos comprobado con el estudio que expuse en el apartado de la memoria: se puede alterar creando un recuerdo que no se corresponda con la realidad o urdir una narrativa alternativa —ya sea de manera inconsciente o consciente— y ello impacta en los patrones de actividad cerebral. Este hecho provoca que esta técnica sea sumamente vulnerable, dado que en el marco de un proceso judicial y, particularmente, en el penal existen evidentes intereses personales que propiciarán la presencia de tales contramedidas. De ahí que su concurrencia diluya la utilidad de la técnica.

Este último aspecto me conduce a subrayar que el rol de las emociones ha quedado al margen de los estudios desarrollados, quedando estas eclipsadas por las instrucciones. Esto último es sumamente trascendente, puesto que en el marco del proceso judicial se pueden rememorar acontecimientos que tienen un elevado impacto emocional, especialmente, en el ámbito del proceso penal. Al haber prescindido de este tipo de análisis, la utilización de la técnica en el mundo real podría verse comprometida o bien porque, al excitarse determinadas emociones, estas se asocian a la mentira (en lugar de al acontecimiento con impacto sentimental) o bien porque las emociones alteren los correlatos previamente detectados,¹⁶⁶ emergiendo nuevos patrones que no guardarían relación con los que opera el algoritmo.

Finalmente, es menester indicar el reducido lapso temporal en el que se desarrollan los experimentos reseñados; otro factor que los aleja de su inmediata aplicación jurisdiccional. Como he indicado anteriormente, en los estudios se descodifican estados mentales recientes (marcos temporales de una hora,¹⁶⁷ de un mes;¹⁶⁸ excepcionalmente, de cinco meses).¹⁶⁹ Estos difícilmente alcanzan los plazos que son comunes para celebrar el juicio jurisdiccional, los cuales son mucho más extensos. Esta ausencia de convergencia no únicamente

¹⁶³ HENRICH *et al.* (2010), pp. 61-83.

¹⁶⁴ Sigla formada por: *Western, Educated, Industrialized, Rich, and Democratic societies*.

¹⁶⁵ FARAH *et al.* (2014), p. 127.

¹⁶⁶ FARAH *et al.* (2014), p. 127

¹⁶⁷ RISSMAN *et al.* (2010), *passim*.

¹⁶⁸ RISSMAN *et al.* (2016), *passim*.

¹⁶⁹ MILTON *et al.* (2011), *passim*.

obstaculiza la aplicación directa de tales conclusiones al proceso, sino que abre nuevas hipótesis de los correlatos cerebrales de los recuerdos, al concluir que las memorias más pretéritas excitan unos patrones cerebrales distintos de las de corto plazo;¹⁷⁰ extremo que, de ser replicado, obligaría a reformular este planteamiento.

Conclusión

El análisis efectuado evidencia, por un lado, que el guion que se asocia a la “lectura del cerebro” no se corresponde con la realidad: ni se accede a los circuitos neuronales que codifican estados mentales ni estos se pueden extraer por esta técnica. Con esta “neurotecnología”, estamos ante una medición sumamente indirecta de la actividad cerebral, que alcanza sus resultados por medio de algoritmos y que, a lo sumo, suministra una probabilidad de que un sujeto tenga un determinado estado mental, a partir de correlaciones. Por otro lado, la dotación semántica de los conceptos que se utilizan no converge con los que interesan a la función jurisdiccional: o bien porque proporcionan información únicamente coetánea al análisis o bien porque presumen la automatización del ser humano. Finalmente, las condiciones ecológicas de los experimentos tampoco son coincidentes con las situaciones que ocupan a la jurisdicción y, sin ello, tampoco se puede predicar que estos aporten una información significativa para el proceso penal. En suma, los resultados obtenidos a través de la “lectura del cerebro” no son aptos, por el momento, para incorporarse en el proceso penal. Existen escollos conceptuales, estructurales y metodológicos que obstaculizan tal introducción.

¹⁷⁰ MILTON *et al.* (2011), *passim*.

Bibliografía citada

- BENNETT Maxwell; HACKER, Peter (2003): *Philosophical Foundations of Neuroscience* (Hoboken, Wiley-Blackwell).
- BIOETHICS COMMISSION (2015): *GRAY MATTERS Topics at the Intersection of Neuroscience, Ethics, and Society* (Washington D.C.).
- BUTTON, Katherine; IOANNIDIS, John P. A.; MOKRYSZ, Claire; NOSEK, Brian A., FLINT, Jonathan; ROBINSON, Emma S. J.; MUNAFÒ, Marcus R. (2013): “Power failure: why small sample size undermines the reliability of neuroscience”, en: *Nature Reviews Neuroscience* (vol. 14), pp. 365-376.
- CARRETERO Mario; ASENSIO, Mikel (2008): *Psicología del testimonio* (Madrid, Alianza).
- CHURCHLAND, Patricia (2005): “Moral decision.making and the brain”, en: *ILLES July. Neuroethics: Defining the Issues in Theory, Practice and Policy* (Oxford, Oxford University Press).
- COMOGLIO, Paolo (2018): *Nuove tecnologie e disponibilità della prova*(Torino, Giappichelli).
- COX, David y SAVOY, Robert (2003): “Functional magnetic resonance imaging (fMRI) “brain reading”: Detecting and classifying distributed patterns of fMRI activity in human visual cortex”, en: *NeuroImage* (vol. 19), pp. 261-270.
- CRICK, Francis (1994): *The Astonishing Hypothesis: The Scientific Search for the Soul* (New York, Scribner).
- DEMETRIO CRESPO, Eduardo (2011): “Libertad de voluntad, investigación sobre el cerebro y responsabilidad penal. Aproximación a los fundamentos del moderno debate sobre Neurociencias y Derecho penal”, en: *InDret*, vol. 2, pp. 1-38.
- DEMETRIO CRESPO, Eduardo (2013): “Compatibilismo humanista”: una propuesta de conciliación entre neurociencias y derecho penal”, en: DEMETRIO CRESPO, Eduardo (dir.) *Neurociencias y derecho penal* (Madrid, Edisofer).
- DIGES, Margarita (2016): *Testigos, sospechosos y recuerdos falsos* (Madrid, Trotta).
- EAGLEMAN, David (2015): *The brain. The story of you* (Edinburgh, Canongate Books).
- EDITORIAL EL PAÍS (2022): “Hacia una civilización híbrida”. Disponible en: <https://tinyurl.com/2ej8uobw> (visitado el 25/02/2022).
- FARAH, Martha; HUTCHINSON, Benjamin; PHELPS, Elizabeth; WAGNER, Anthony (2014): “Functional MRI-based lie detection: Scientific and societal challenges”, en: *Nature Reviews Neuroscience* (vol. 15), pp. 123-131.
- FEIJOO SÁNCHEZ, Bernardo (2011): “Derecho Penal y Neurociencias. ¿Una relación tormentosa?”, en: *InDret* (vol. 2), pp. 1-57.
- FUSTER, Joaquín M. (2015). *The prefrontal cortex* (London, Academic Press).
- GARCÍA-LÓPEZ, Eric; MERCURIO, Ezequiel; NIJDAM-JONES, Alicia; MORALES, Luz; ROSENFELD, Barry (2019): “Neurolaw in Latin America: Current status and challenges”, en: *The International Journal of Forensic Mental Health* (vol. 18), pp. 260-280.
- GARNHAM, Alan; OAKHILL, Jane (1996): *Manual de psicología del pensamiento*. (Barcelona, Paidós).
- GAZZANIGA, Michael S. (2010): *¿Qué nos hace humanos? La explicación científica de nuestra singularidad como especie* (Barcelona, Paidós).

- GAZZANIGA, Michael S. (2006): *El cerebro ético* (Barcelona, Paidós).
- GAZZANIGA, Michael S. (2000): *The new cognitive neurosciences* (Cambridge, Mass., Bradford).
- GILBERT, Sam; FUNG, Hoki (2018): “Decoding intentions of self and others from fMRI activity patterns”, en: *NeuroImage* (vol. 172), pp. 278-290.
- GINTHE, Matthew; SHEN, Francis; BONNIE, Richard; HOFFMAN, Morris; JONES, Owen; SIMONS, Kenneth (2018): “Decoding guilty minds: How jurors attribute knowledge and guilt”, en: *Vanderbilt Law Review* (vol. 71), pp. 241-283.
- GONZÁLEZ LABRA, M^a José (2009): *Introducción a la Psicología del Pensamiento*. (Madrid, Trotta).
- GONZÁLEZ LAGIER, Daniel (2022): “Filosofía de la mente y prueba de los estados mentales: Una defensa de los criterios de “sentido común”, en: *Quaestio facti* (vol. 3), pp. 49-79.
- GREENE, Joshua; COHEN, Jonathan (2004): "For the law, neurosciences changes nothing and everything", en: *Philosophical Transactions of the Royal Society* (vol. 359), pp. 1775-1785.
- HAKUN, J., SEELIG, D., RUPAREL, K., LOUGHEAD, J., BUSCH, E., GUR, R., y LANGLEBEN, D. (2008): “fMRI investigation of the cognitive structure of the Concealed Information Test”, en: *Neurocase* (vol. 14), pp. 59-67.
- HAN, Byung-Chul (2021): *No cosas: quiebras del mundo de hoy* (Barcelona, Taurus).
- HASSEMER, Winfried (2011): “Neurociencias y culpabilidad en Derecho penal”, en: *InDret* (vol. 2), pp. 1-14.
- HAYNES, John-Dylan (2011): “Decoding and predicting intentions”, en: *Annals of the New York Academy of Sciences* (vol.1224), pp. 9-21.
- HAYNES, John-Dylan (2012): “Brain Reading”, en: RICHMOND, Sarah; REES, Ggeraint; EDWARDS, Sarah. (Eds.) *I know what you’re thinking* (Oxford, Oxford University Press).
- HAYNES, John-Dylan (2015): “A Primer on Pattern-Based Approaches to fMRI: Principles, Pitfalls, and Perspectives”, en: *Neuron*, vol. 87, pp. 257–270.
- HAYNES, John-Dylan; REES, Geraint (2006): “Decoding mental states from brain activity in humans”, en: *Nature Reviews Neuroscience* (vol. 7), pp. 523-534.
- HAYNES, John-Dylan; SAKAI, Katsuyuki; REES, Geraint; GILBERT, Sam; FRITH, Chris; PASSINGHAM, Richard (2007): “Report Reading Hidden Intentions in the Human Brain”, en: *Current Biology* (vol.17, núm.4), pp. 323-328.
- HEBART, Martin y BAKER, Chris (2018): “Deconstructing multivariate decoding for the study of brain function”, en: *NeuroImage* (vol. 180), pp. 4–18.
- HENRICH, Joseph; HEINE, Steven J.; NORENZAYAN, Ara (2010): “The weirdest people in the world?”, en: *Behavioral and Brain Sciences* (vol. 33), pp. 61-135.
- HILL, Robin (2016): *What an Algorithm Is*, en: *Philosophy and Technology* (vol. 29), pp. 35-59.
- HOUDÉ, Olivier (2003): *Diccionario de ciencias cognitivas: neurociencia, psicología, inteligencia artificial, lingüística y filosofía* (Buenos Aires, Amorrortu).
- IENCA, Marcello; ANDORNO, Roberto (2017): “Towards new human rights in the age of neuroscience and neurotechnology”, en: *Life Sci Soc Policy* (vol. 13), pp. 1-27.
- IOANNIDIS, John (2005): "Why most published research findings are false", en: *PLoS Medicine* (vol. 2), pp. 696-701.

- ISMAIL, Fatima; FATEMI, Ali; JOHNSTON, Michael (2017): "Cerebral plasticity: Windows of opportunity in the developing brain", en: *European Journal of Paediatric Neurology* (vol. 21), pp. 23-48.
- JABAKHANJI, Rami; VIGOTSKY, Andrew; BIELEFELD, Jannis; HUANG, Lejian; BALIKI, Marwan; IANNETTI, Giandomenico; APKARIAN, Vania (2022): “Limits of Decoding Mental States with fMRI”, en: *Cortex* (Vol. 149), pp. 101-122.
- JONES, Owen., MONTAGUE, Read, y YAFFE, Gideon (2020): “Detecting mens rea in the brain”, en: *University of Pennsylvania Law Review* (vol. 169), pp. 1-31.
- JULIÀ PIJOAN, Miquel. (2020): *Proceso penal y (neuro)ciencia: una interacción desorientada* (Madrid, Marcial Pons).
- KANDEL, Eric; SCHWARTZ, James; JESSELL, Thomas (1997): *Neurociencia y conducta* (Madrid, Prentice Hall).
- KANDEL, Eric; KOESTER, John; MACK, Sarah; SIEGELBAUM, Steven (2021): *Principles of neural science* (New York, McGrawHill).
- KRAGEL, Philip; KOBAN, Leonie; FELDMAN BARRETT, Lisa; WAGER, Tor (2018): “Representation, Pattern Information, and Brain Signatures: From Neurons to Neuroimaging”, en: *Neuron*, (vol. 99), pp. 257–273.
- LANGLEBEN, D. D.; SCHROEDER, L.; MALDJIAN, J. A.; GUR, R. C.; MCDONALD, S.; RAGLAND, J. D.; BRIEN, C. P. O.; CHILDRESS, A. R. (2002). “Brain Activity during Simulated Deception: An Event-Related Functional Magnetic Resonance Study”, en: *Neuroimage* (vol. 732), pp. 727-732.
- LEBEDEV, Mikhail; NICOLELIS, Miguel (2006): “Brain-machine interfaces: past, present and future”, en: *Trends Neurosci* (vol. 29), pp. 536-546.
- LENARTOWICZ, Agatha; KALAR, Donald; CONGDON, Eliza; POLDRACK, Russell (2010): “Towards an Ontology of Cognitive Control”, en: *Topics in Cognitive Science* (vol. 2), pp. 678–692.
- LIBET, Benjamin (1985): "Unconscious cerebral initiative and the role of conscious will in voluntary action”, en: *Behavioral and Brain Sciences* (vol. 8), pp. 529-539.
- LIGTHART, Sjors (2020): “Freedom of thought in Europe: Do advances in “brain-reading” technology call for revision?”, en: *Journal of Law and the Biosciences* (vol. 7), pp. 1-27.
- LIGTHART, Sjors; DOUGLAS, Thomas; BUBLITZ, Christoph; KOOIJMANS, Tijis; MEYNEN, Gerben (2021): “Forensic Brain-Reading and Mental Privacy in European Human Rights Law: Foundations and Challenges”, en: *Neuroethics* (vol. 14), pp. 191-203.
- MACARTHUR FOUNDATION RESEARCH (2019). “Cumulative Total of Law and Neuroscience Publications 1984-2019”. Disponible en: <https://www.lawneuro.org/Neuro%20Publications%202019.pdf> (visitado el 30/03/2022).
- MAREK, Scott; TERVO-CLEMMENS, Brenden; CALABRO, Finnegan *et al.* (2022). “Reproducible brain-wide association studies require thousands of individuals”, en: *Nature* (vol. 603), pp. 654-660.
- MECACCI, Giulio; HASELAGER, Pim (2019): “Identifying Criteria for the Evaluation of the Implications of Brain Reading for Mental Privacy”, en *Sci Eng Ethics* (vol. 25), pp. 443–461.

- MEYNEN, Gerben (2020): “Neuroscience-based Psychiatric Assessments of Criminal Responsibility: Beyond Self-Report?”, en: *Cambridge Quarterly of Healthcare Ethics* (vol 29), pp. 446-458.
- MILTON, F.; MUHLERT N.; BUTLER, C.R.; SMITH, A.; BENATTAYALLAH A.; ZEMAN, A. (2011): “An fMRI study of long-term everyday memory using SenseCam”, en: *Memory* (vol 19), pp.733-744.
- MOORE, Michael S. (2021): “Intention as a marker of moral culpability and legal punishability”, en: DUFF, R.A.; GREEN Stuart. *Philosophical Foundations of Criminal Law* (Oxford, Oxford University Press)
- NIEVA FENOLL, Jordi (2019): *Derecho Procesal*, vol. II (València, Tirant lo Blanch).
- NIEVA FENOLL, Jordi (2018): *Inteligencia artificial y proceso judicial* (Madrid, Marcial Pons).
- NIEVA FENOLL, Jordi (2020): “La discutible utilidad de los interrogatorios de partes y testigos”, en: *Diario La Ley*, núm. 9672.
- OFEN, Noa; WHITFIELD-GABRIELI, Susan; CHAI, Xioqian; SCHWARZLOSE, Rebecca; GABRIELI, John (2017): “Neural correlates of deception: lying about past events and personal beliefs”, en: *Soc Cogn Affect Neurosci* (vol. 12), pp. 116-127.
- PARDO, Michael S. (2018): “Lying, Deception, and fMRI: A Critical Update”, en: DONNELLY-LAZAROV, Bebhinn (Ed.) *Neurolaw and Responsibility for Action* (Cambridge, Cambridge University Press).
- PARDO, Michael S.; PATTERSON, Dennis (2013): *Minds, Brain, and Law* (Oxford, Oxford, University Press).
- PATTERSON, Dennis (2019): “Neuroscience and the Explanation of Human Action”, en: DONNELLY-LAZAROV, Bebhinn (Ed.) *Neurolaw and Responsibility for Action* (Cambridge, Cambridge University Press).
- PÉREZ COLOMÉ, J. (2019) “Elon Musk enseña su ambicioso plan para conectar el cerebro a internet”, en: *El País*. Disponible en: <https://tinyurl.com/2ldow42a> (visitado el 10/03/2022).
- POLDRACK, Russell (2006): “Can cognitive processes be inferred from neuroimaging data?”, en: *Trends in Cognitive Science* (vol. 10), pp. 59-63.
- POLDRACK, Russell (2007): “Region of interest analysis for fMRI”, en: *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, vol. 2, pp. 67-70.
- POLDRACK, Russell (2011): “Perspective Inferring Mental States from Neuroimaging Data: From Reverse Inference to Large-Scale Decoding”, en: *Neuron*, vol. 72, pp. 692-697.
- PRESIDENT’S COUNCIL OF ADVISORS ON SCIENCE AND TECHNOLOGY (2016): *Forensic Science in Criminal Courts: Ensuring Scientific Validity of Feature-Comparison Methods*.
- MIR PUIG, Santiago (2011): *Derecho penal: parte general* (Barcelona, Reppertor).
- RAMOS ZÚÑIGA, Rodrigo (2014): *Guía básica en neurociencias* (Barcelona, Elsevier).
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA DE LA LENGUA. (2022), *Diccionario de la lengua española*. Edición en línea. Disponible en: <https://dle.rae.es/> (Visitado el 01/04/2022).
- RESEARCH COUNCIL (2009): *Strengthening Forensic Science in the United States: A Path Forward* (Washington, The National Academies Press).

- REY, Pilar; BENLLOCH, Guillermo; AGUSTINA, José (2019): “La escasa persecución del delito de falso testimonio: una constatación paradójica”, en: *Polít. crim.* (vol. 14), pp. 65-97.
- RISSMAN, Jesse; GREELY, Henry; WAGNER, Anthony (2010): “Detecting individual memories through the neural decoding of memory states and past experience”. *PNAS* (vol. 107), pp. 9849-9854.
- RISSMAN Jesse; CHOW Tiffany; REGGENTE Nico; WAGNER Anthony (2016): “Decoding fMRI Signatures of Real-world Autobiographical Memory Retrieval”, en: *J Cogn Neurosci* (vol. 28), pp. 604-20.
- ROELFSEMA, Pieter; DENYS, Damiaan; KLINK, Chirstiaan (2018): “Mind Reading and Writing: The Future of Neurotechnology”, en: *Trends in Cognitive Sciences* (vol. 22), pp. 598-610.
- SALE, Alessandro; BERARDI, Nicoletta; MAFFEI, Lamberto (2014): "Environment and brain plasticity :towards an endogenous pharmacotherapy", en: *Physiological Reviews* (vol. 94), pp. 189-234.
- SCHACTER, Daniel; LOFTUS, Elizabeth (2013): “Memory and law: what can cognitive neuroscience contribute?”, en: *Nature Neuroscience* (vol. 16), pp. 119-123.
- SCHAUER, Frederick (2016): “Lie-detection, Neuroscience, Law of Evidence”, en: PATTERSON Dennis; PARDO, Michael, *Philosophical Foundations of Law and Neuroscience* (Oxford, Oxford University Press).
- SMITH, Kerri (2013): “Reading minds”, en: *Nature* (vol. 502), pp. 428-430.
- SOMMERS, James (2021): “The Science of Mind Reading”. *The New Yorker*, 6 diciembre de 2021. Disponible en: (visitado el 05/03/2022).
- SOON, Chun, HE, Anna, BODE, Stefan y HAYNES, John-Dylan (2013): “Predicting free choices for abstract intentions”, en: *PNAS*, vol. 110, pp. 6217–6222.
- SWANSON, Larry (2012): *Brain architecture: understanding the basic plan* (Oxford, Oxford University Press).
- TARUFFO, Michele (2002): *La prueba de los hechos* (Madrid, Trotta).
- VICIANOVA, Martina (2015): “Historical techniques of lie detection”, en: *Europe’s Journal of Psychology* (vol. 11), pp. 522-534.
- VILARES, Iris; WESLEY, Michael; AHN, Woo; MONTAGUE, Read (2017): “Predicting the knowledge – recklessness distinction in the human brain”, en: *PNAS* (vol. 114), pp. 3222-3227.
- VILLAMARÍN LÓPEZ, M^a Luisa (2014): *Neurociencia y detección de la verdad en el proceso penal* (Madrid, Marcial Pons).
- WEISBERG, Deena; HOPKINS, Emily; TAYLOR, Jordan (2018): “People’s explanatory preferences for scientific phenomena”, en: *Cognitive Research: Principles and Implications* (vol. 44).
- WEISBERG, Deena, KEIL, Frank, GOODSTEIN, Joshua, RAWSON, Elizabeth y GRAY, Jeremy (2008): The seductive allure of neuroscience explanations, en: *Journal of Cognitive Neuroscience* (vol. 20), pp. 470-477.
- WEISBERG, Deena, TAYLOR, Jordan y HOPKINS, Emily (2015): “Deconstructing the seductive allure of neuroscience explanations”, en: *Judgment and Decision making* (vol. 15), pp. 429-441.

Jurisprudencia citada

Auto de la Audiencia Provincial de Zaragoza 135/2014, de 19 de febrero
Supreme Court de Iowa (2003): *Harrington v. State* 659 N.W.2d 509, 516,;
Court of Criminal Appeals de Oklahoma (2005): *Slaughter v. State*, 105 P.3d 832, 835
Tribunal Constitucional español Núm. 77/2007, de 16 de abril;
Tribunal Constitucional español Núm. 31/1981, de 28 de julio.
Tribunal Supremo español, Núm. 153/2018, de 3 de abril
Tribunal Supremo español, Núm. 640/2015, de 30 de octubre;
Tribunal Supremo español, Núm. 474/2013 de 24 mayo;
Tribunal Supremo español, Núm. 987/2012 de 3 diciembre;
Tribunal Supremo español, Núm. 217/2019, de 24 de abril;
Tribunal Supremo español, Núm. 4957/2010, de 29 de septiembre;
Tribunal Supremo español, Núm. 1624/2002, de 21 octubre;
Tribunal Supremo español, Núm. 814/2020, de 5 de mayo.
Wilson v. Corestaff Services L.P., 900 N.Y.S. 2d (2010).