

## Identidad personal, neurotecnologías y Derechos Humanos

### Identidade pessoal, neurotecnologias e Direitos Humanos

DOI:10.34117/bjdv9n1-228

Recebimento dos originais: 12/12/2022

Aceitação para publicação: 13/01/2023

#### **Vincent M. Villar**

Doctor en Farmacología

Institución: Escuela de Doctorado, Universidad Católica de Valencia San Vicente  
Mártir, España

Dirección: Carrer de Quevedo, 2, 46001 València, Valencia, Espanha

Correo electrónico: vmvillar@uchceu.es

#### **José Manuel Muñoz**

Doctor en Lógica, Historia y Filosofía de la Ciencia

Institución: Universidad de Navarra, España

Correo electrónico: jmunozorteg@unav.es

#### **RESUMEN**

El rápido desarrollo de las neurotecnologías y la inteligencia artificial en el siglo XXI plantea nuevos desafíos éticos y preguntas acerca de las posibles amenazas que representaría el uso incorrecto o malintencionado de estas técnicas. Surge así el dilema del control: ¿debemos regular la neurotecnología antes de que se consolide, arriesgándonos así a frenar su desarrollo, o debemos esperar a que se afiance para evaluar entonces su impacto ético, aun a riesgo de que pueda resultar demasiado tarde? En apoyo de una respuesta dirigida hacia la regulación temprana, el presente trabajo se centra específicamente en el posible impacto de la neurotecnología para el neuroderecho a la identidad personal. Basaremos nuestro análisis en dos ejemplos: un estudio de caso y una situación hipotética. El estudio de caso tratará sobre los efectos del compuesto activo de la marihuana, el tetrahidrocannabinol (THC). La situación hipotética consistirá en la posibilidad futura de que se cumpla el escenario conocido como “cerebro en una cubeta”.

**Palabras clave:** neurotecnología, dilema del control, neuroderechos, identidad personal, tetrahidrocannabinol, cerebro en una cubeta.

#### **RESUMO**

O rápido desenvolvimento das neurotecnologias e da inteligência artificial no século XXI levanta novos desafios éticos e questões sobre as potenciais ameaças que o uso indevido ou mal-intencionado dessas técnicas representaria. Assim, surge o dilema do controle: deveríamos regulamentar a neurotecnologia antes de ela se consolidar, correndo assim o risco de travar o seu desenvolvimento, ou deveríamos esperar que ela se enraíze para avaliar o seu impacto ético nessa altura, mesmo correndo o risco de se revelar tarde demais? Em apoio de uma resposta a uma regulamentação precoce, o presente documento centra-se especificamente no possível impacto da neurotecnologia no aborto da identidade pessoal. Vamos basear a nossa análise em dois exemplos: um estudo de caso e uma situação hipotética. O estudo de caso discutirá os efeitos do composto ativo de

maconha, tetrahidrocanabinol (THC). O cenário hipotético será a possibilidade futura de o cenário conhecido como "cérebro num balde" ser atendido.

**Palavras-chave:** neurotecnologia, dilema de controle, neurônios, identidade pessoal, tetrahidrocanabinol, cérebro num balde.

## 1 INTRODUCCIÓN

La neurociencia es un área que está claramente emergiendo como una de las que más pueden seguir avanzando en la era tecnológica. El rápido desarrollo de las neurotecnologías y la inteligencia artificial que se viene produciendo en lo que llevamos de siglo XXI plantea nuevos desafíos éticos y preguntas acerca de qué posibles amenazas representaría el uso incorrecto o malintencionado de dichas técnicas. Surge a este respecto el conocido "dilema de Collingridge" o "del control"<sup>1</sup>, que podemos resumir en la siguiente pregunta: ¿debemos regular una nueva tecnología antes de que se consolide, arriesgándonos así a frenar su desarrollo, o debemos esperar a que se afiance para evaluar entonces su impacto ético, aun a riesgo de que pueda resultar demasiado tarde?

Un nutrido grupo de científicos y filósofos parecen tener claro que vale la pena empezar a debatir el establecimiento de regulaciones, con la convicción de que los riesgos que se asumen si la neurotecnología se desarrolla de manera incontrolada son demasiado elevados. Su sugerencia pasa por incluir nuevos derechos humanos, o reformar los ya existentes, para abordar de manera adecuada los potenciales daños que la dignidad humana podría sufrir a través de la manipulación del sistema nervioso. Existen al respecto dos iniciativas principales. La primera, propuesta por Marcello Ienca y Roberto Andorno<sup>2,3</sup>, contempla la inclusión de cuatro neuroderechos: libertad cognitiva, privacidad mental, integridad mental y continuidad psicológica. La segunda, liderada por

---

<sup>1</sup> GENUS, A. y STIRLING, A. *Collingridge and the dilemma of control: Towards responsible and accountable innovation*. En *Research Policy*, 47, 1, 2018, 61-69.

<sup>2</sup> IENCA, M. y ANDORNO, R. *Towards new human rights in the age of neuroscience and neurotechnology*. En *Life Sciences, Society and Policy*, 13, 2017, 5.

<sup>3</sup> IENCA, M. *On neurorights*. En *Frontiers in Human Neuroscience*, 15, 2021, 701258.

Rafael Yuste y Sara Goering<sup>4,5,6,7</sup>, contempla cinco neuroderechos: identidad personal, libre albedrío, privacidad mental, acceso equitativo a los neuroenhancements y protección contra sesgos algorítmicos de la inteligencia artificial (IA).

En apoyo de esta respuesta dirigida hacia la regulación temprana, el presente trabajo se centra específicamente en el posible *impacto de la neurotecnología para el derecho a la identidad mental*. Nótese que este neuroderecho ha recibido dos definiciones diferentes:

- Identidad personal: “Se deben desarrollar límites para prohibir que la tecnología altere el sentido del yo. Cuando la neurotecnología conecte a los individuos con redes digitales, podría difuminar la línea entre la conciencia de una persona y las entradas tecnológicas externas”<sup>8</sup>.
- Continuidad psicológica: “El requisito crucial de la identidad personal consistente en percibirse a uno mismo como persistente a lo largo del tiempo como la misma persona”<sup>9</sup>.

Mientras que la primera definición parece poner énfasis en el autoconcepto (“sentido del yo”), la segunda incide en la autopercepción (“percibirse a uno mismo”). Sin duda, sería interesante efectuar un análisis acerca de: (1) las semejanzas y diferencias entre ambas definiciones; (2) los diversos contextos culturales en la concepción de la identidad personal, teniendo especialmente en cuenta las posibles diferencias entre Oriente y Occidente; (3) la íntima relación entre la identidad personal y otros neuroderechos como la privacidad mental<sup>10</sup>. No obstante, nuestro objetivo aquí no será efectuar estos tres análisis, sino más bien ahondar en el impacto neurotecnológico sobre

---

<sup>4</sup> GOERING, S., KLEIN, E., SPECKER SULLIVAN, L., WEXLER, A., AGÜERA Y ARCAS, B., BI, G., CARMENA, J. M., FINS, J. J., FRIESEN, P., GALLANT, J., HUGGINS, J. E., KELLMEYER, P., MARBLESTONE, A., MITCHELL, C., PARENS, E., PHAM, M., RUBEL, A., SADATO, N., TEICHER, M., WASSERMAN, D., WHITTAKER, M., WOLPAW, J. y YUSTE, R. *Recommendations for responsible development and application of neurotechnologies*. En *Neuroethics*, 14, 2021, 365-386.

<sup>5</sup> NEURORIGHTS FOUNDATION. *The NeuroRights Foundation: New human rights for the age of neurotechnology* [en línea]. Disponible en: <https://neurorightsfoundation.org/> [consultado el 6 de septiembre de 2022].

<sup>6</sup> YUSTE, R., GOERING, S., AGÜERA Y ARCAS, B., BI, G., CARMENA, J. M., CARTER, A., FINS, J. J., FRIESEN, P., GALLANT, J., HUGGINS, J. E., ILLES, J., KELLMEYER, P., KLEIN, E., MARBLESTONE, A., MITCHELL, C., PARENS, E., PHAM, M., RUBEL, A., SADATO, N., SPECKER SULLIVAN, L., TEICHER, M., WASSERMAN, D., WEXLER, A., WHITTAKER, M. y WOLPAW, J. *Four ethical priorities for neurotechnologies and AI*. En *Nature*, 551, 7679, 2017, 159-163.

<sup>7</sup> YUSTE, R., GENSER, J. y HERRMANN, S. *It's time for neuro-rights*. En *Horizons*, 18, 2021, 154-164.

<sup>8</sup> NEURORIGHTS FOUNDATION, *op. cit.*

<sup>9</sup> IENCA y ANDORNO, *op. cit.*, 20.

<sup>10</sup> WAJNERMAN, A. *Is mental privacy a component of personal identity?* En *Frontiers in Human Neuroscience*, 15, 2021, 773441.

la identidad, que entenderemos a partir de ahora en un sentido amplio que abarcará los significados contenidos en las dos definiciones mencionadas. Resulta relevante aclarar en este aspecto qué vamos a entender por *neurotecnología*. En este sentido, emplearemos como definición de trabajo la propuesta por el Potomac Institute for Policy Studies, que la entiende como “cualquier tecnología empleada para investigar, modular, reparar o mejorar el sistema nervioso y su funcionamiento”<sup>11</sup>.

Con este enfoque en mente, basaremos nuestro análisis en dos ejemplos: uno de tipo neurofarmacológico y otro relacionado con la neurocirugía combinada con la estimulación cerebral (obsérvese que ambas tipologías quedan cubiertas por nuestra definición de trabajo). El primero de ellos, consistente en un estudio de caso real, tratará sobre los efectos del compuesto activo de la marihuana, el tetrahidrocannabinol. Para ello, en la sección 2 efectuaremos un recorrido previo sobre las repercusiones éticas de los neurofármacos. En la sección 3 presentaremos el caso propiamente dicho, que se centrará en una persona a quien conoceremos con el pseudónimo de “Olivia”. En el segundo ejemplo, consistente en una situación hipotética, aportaremos reflexiones sobre la posibilidad futura de que se cumpla el escenario conocido como “cerebro en una cubeta”. Dedicaremos a dicho ejemplo la sección 4. Concluiremos el trabajo con unos breves comentarios finales en la sección 5.

Es importante señalar, desde ya, que el enfoque y la metodología que el lector podrá encontrar en este artículo son los propios de una reflexión de carácter filosófico. En este sentido, no deberá esperar un estudio puramente legal sino más bien ético (neuroético, para ser más precisos), que aspira a invitar a la reflexión a las personas tanto expertas como interesadas en los campos del bioderecho y el derecho tecnológico.

## 2 NEUROÉTICA Y NEUROFÁRMACOS<sup>12</sup>

Las drogas que potencian la memoria atraen a los alumnos que quieren obtener mejores calificaciones y estar más despiertos para la realización de cualquier competición intelectual, como los concursos de delectos o los matemáticos. También se da un caso similar entre los deportistas que compiten en torneos, que se sienten atraídos hacia

---

<sup>11</sup> POTOMAC INSTITUTE FOR POLICY STUDIES. *Neurotechnology futures study* [en línea], 2013, 11. Disponible en: <https://www.potomacinstitute.org/images/studies/NTFSReport-FINAL.pdf> [consultado el 6 de septiembre de 2022].

<sup>12</sup> Algunas partes de este trabajo, en especial las secciones 2 y 3, han sido elaboradas a partir de la adaptación de VILLAR, V. M. *El neuroderecho a la identidad personal*, Trabajo Fin de Grado en Filosofía, Valencia (España), Universidad Católica de Valencia, 2021.

sustancias dopantes para obtener mejores rendimientos y marcas (o, en el caso de los anabolizantes, para desarrollar la musculatura corporal).

Los aspectos éticos emergen por doquier al tener que considerar si estas sustancias deben estar disponibles, para quién y bajo qué circunstancias. También si deben ser de uso general en el agua potable de la población y durante cuánto tiempo, teniendo en cuenta además algunas circunstancias adicionales relativas a la seguridad, la toxicidad y la efectividad. Reflexiones parecidas emergen si pensamos en los psicofármacos y neurofármacos, que sin duda afectan al modo de actuar y de algún modo a la personalidad, como ocurre con los antidepresivos.

Además de los aspectos relacionados con la manipulación directa del cerebro mediante electrodos u otros dispositivos implantados, un aspecto importante a considerar es la intervención a través de neurotransmisores u otras sustancias para conseguir una mejora cognitiva. En la literatura podemos encontrar análisis relacionados con la libertad pero también con el agente que recibe la influencia de estas sustancias<sup>13</sup>. Otro aspecto que se contempla en la literatura es el de la justicia: ¿es correcto utilizar ciertas sustancias que pueden actuar como dopantes para realizar una actividad con mayor eficiencia? Si estamos ante una prueba de competición del tipo que sea, no se sabe hasta qué nivel el uso de sustancias resulta ético. Hall y Lucke se muestran escépticos y extienden su escepticismo al considerar las propuestas de uso de la neuroestimulación farmacológica<sup>14</sup>. Además, la percepción de riesgo en el uso de ciertas sustancias se va perdiendo conforme dicho uso se extiende a nivel general, como ha ocurrido en la crisis de los opioides en Estados Unidos o en el abuso de psicofármacos en Europa y otras partes del mundo occidental.

En realidad, si se estudian los efectos de los estimulantes cognitivos con tests de memoria, de función ejecutiva o de aptitud intelectual, no resultan tan potentes como podría pensarse. Ilieva y colaboradores se preguntan hasta qué nivel es beneficiosa la pequeña estimulación que proporciona la mezcla de sales de anfetamina a lo largo del tiempo<sup>15</sup>. También se preguntan si los efectos son mayores bajo condiciones reales (no de laboratorio), que implican, por ejemplo: distracciones del ambiente, más tiempo de prueba, tareas más complejas que un experimento de memoria o función ejecutiva, y

---

<sup>13</sup> ILIEVA, I., BOLAND, J. y FARAH, M. J. *Objective and subjective cognitive enhancing effects of mixed amphetamine salts in healthy people*. En *Neuropharmacology*, 64, 2013, 496-505.

<sup>14</sup> HALL, W. D. y LUCKE, J. C. *The enhancement use of neuropharmaceuticals: More scepticism and caution needed*. En *Addiction*, 105, 2010, 2041-2043.

<sup>15</sup> ILIEVA *et al.*, *op. cit.*

estados especiales como la falta de sueño. Estos autores ponen sobre la mesa otras cuestiones relativas al consumo de sales anfetamínicas. Se plantean si su utilización produce un efecto mayor en otros procesos como la motivación para trabajar, que no se recoge en los estudios de laboratorio sobre memoria y función ejecutiva, pero que sin embargo impacta en el trabajo académico e intelectual. También se plantean si son los usuarios los primariamente atraídos por estas drogas por su percepción ilusoria de estimulación, de acuerdo con lo que los participantes en los estudios han ido informando sobre sus sensaciones. Estas cuestiones, según explican los autores, van a dirigir la investigación en el futuro sobre la necesidad de encontrar las bases empíricas que faciliten una explicación. Es evidente que el abuso anfetamínico puede llegar a afectar a la memoria y, de este modo, a la identidad personal.

Por otro lado, el abuso de anabolizantes que actúan en la composición hormonal del individuo afecta directamente a ciertos aspectos personales que se sabe que influyen en su autoestima, incrementando las visitas al psiquiatra. Este tipo de abuso parece estar asociado a un rango de efectos psiquiátricos potencialmente prolongados que incluyen síndromes de dependencia, trastornos emocionales y una progresión hacia otras formas de abuso de sustancias<sup>16</sup>.

Mención destacada merece la neuroestimulación moral, que constituye el interrogante ético más importante a juicio de Adela Cortina y Jesús Conill, quienes se preguntan acerca de “la legitimidad ética del ‘neuroenhancement’, es decir, de las intervenciones de mejoramiento, y no solo de terapia. Se enfrentan en este punto autores ‘anti-mejora’ como Michael Sandel, Leon Kass o Francis Fukuyama, autores ‘anti-anti-mejora’, entre los que se situarían Julian Savulescu, Nicholas Agar, Dan Brock, Nick Bostrom, David DeGrazia, Anders Sandberg o Thomas Murria, y una posición intermedia, representada muy acertadamente por Buchanan”<sup>17</sup>.

La modulación de neurotransmisores y la estimulación directa de ciertos núcleos cerebrales se siguen estudiando para averiguar cómo obtener esa neuroestimulación moral. Se estudia, así, la administración exógena de neurohormonas como la oxitocina, junto con terapias psicosociales o de cambio de conducta social, para fomentar el aumento

---

<sup>16</sup> KANAYAMA, G., HUDSON, J. I. y POPE., H. G. *Long-term psychiatric and medical consequences of anabolic-androgenic steroid abuse: A looming public health concern?* En *Drug Alcohol Dependence*, 98, 1-2, 2008, 2.

<sup>17</sup> CORTINA, A. y CONILL, J. *Bioética y neuroética*. En *Arbor*, 195, 792, 2019, a503, 4.



de actitudes sociables como la simpatía, la generosidad y la confianza<sup>18,19</sup>. También los cambios producidos en los niveles de testosterona o serotonina para controlar las conductas agresivas, junto con el fomento de la equidad, la voluntad de cooperación y la evitación del daño a otros, o procedimientos no invasivos de modulación cerebral<sup>20</sup>. Los procedimientos invasivos como la estimulación eléctrica profunda a través del implante de electrodos también son tenidos en cuenta<sup>21</sup>.

En esta neuroestimulación moral se han logrado resultados como la reducción de tendencias impulsivas en personas con psicopatías<sup>22</sup> y la mejora de la autodisciplina en personas con adicciones<sup>23</sup> para evitar conductas inmorales. Además, se ha descubierto que la estimulación del córtex prefrontal derecho o de la unión temporoparietal puede afectar directamente al juicio moral relacionado con la equidad y el daño moral<sup>24,25</sup>. En el plano neurofarmacológico, se estudia la administración de metilfenidato o litio a individuos violentos con TDAH (trastorno por déficit de atención e hiperactividad) y a niños con trastornos conductuales para disminuir las tendencias agresivas<sup>26,27</sup>, así como el uso de otros agentes para rebajar el impulso en delincuentes sexuales<sup>28,29</sup>.

Aunque el debate sobre la neuroestimulación moral, que trae consigo diversas posturas a favor, en contra y escépticas, resulta altamente interesante y relevante, no profundizaremos sobre él aquí. El motivo es que el tipo de afectación neurofarmacológica

---

<sup>18</sup> DONALDSON, Z. R. y YOUNG, L. J. *Oxytocin, vasopressin, and the neurogenetics of sociality*. En *Science*, 322, 5903, 2008, 900-904.

<sup>19</sup> SAVULESCU, J. y PERSSON, I. *Moral enhancement, freedom, and the God machine*. En *Monist*, 95, 3, 2012, 399-421.

<sup>20</sup> DAVIS, N. J. y KONINGSBRUGGEN, M. V. "Non-invasive" brain stimulation is not non-invasive. En *Frontiers in Systems Neuroscience*, 7, 76, 2013, 1-4.

<sup>21</sup> PERLMUTTER, J. S. y MINK, J. W. *Deep brain stimulation*. En *Annual Review of Neuroscience*, 29, 1, 2005, 229-257.

<sup>22</sup> GLENN, A. L. y RAINE, A. *The neurobiology of psychopathy*. En *Psychiatric Clinics of North America*, 31, 3, 2008, 463-475.

<sup>23</sup> SAVULESCU y PERSSON, *op. cit.*

<sup>24</sup> KNOCH, D., PASCUAL-LEONE, A., MEYER, K., TREYER, V. y FEHR, E. *Diminishing reciprocal fairness by disrupting the right prefrontal cortex*. En *Science*, 314, 5800, 2006, 829-832.

<sup>25</sup> YOUNG, L., CAMPRODON, J. A., HAUSER, M., PASCUAL-LEONE, A. y SAXE, R. *Disruption of the right temporoparietal junction with transcranial magnetic stimulation reduces the role of beliefs in moral judgments*. En *PNAS*, 107, 15, 2010, 6753-6758.

<sup>26</sup> IPSEY, J. y STEIN, D. J. *Systematic review of pharmacotherapy of disruptive behavior disorders in children and adolescents*. En *Psychopharmacology*, 191, 1, 2007, 127-140.

<sup>27</sup> TURGAY, A. *Psychopharmacological treatment of oppositional defiant disorder*. En *CNS Drugs*, 23, 1, 2009, 1-17.

<sup>28</sup> LÖSEL, F. y SCHMUCKER, M. *The effectiveness of treatment for sexual offenders: A comprehensive meta-analysis*. En *Journal of Experimental Criminology*, 1, 1, 2005, 117-146.

<sup>29</sup> THIBAUT, F., BARRA, F. D. L., GORDON, H., COSYNS, P. y BRADFORD, J.M. *The World Federation of Societies of Biological Psychiatry (WFSBP) guidelines for the biological treatment of paraphilias*. En *World Journal of Biological Psychiatry*, 11, 4, 2010, 604-655.

que vamos a analizar en nuestro estudio de caso no tiene que ver con la mejora moral, sino con los efectos que una sustancia psicotrópica determinada (el compuesto activo de la marihuana, conocido como tetrahidrocannabinol) produce en la identidad de una persona. Productos como el cannabis pueden afectar sobre todo a los niños y adolescentes, quienes se encuentran en un proceso de desarrollo para convertirse potencialmente en adultos sanos, y pueden comprometer su identidad personal, tanto sincrónica como diacrónica<sup>30</sup>. Es importante añadir que, como bien dice Hyman, “las drogas psicotrópicas tienen efectos *inmediatos* en el cerebro y la conducta”, y “también tienen efecto *persistente*”<sup>31</sup> (las cursivas son nuestras).

### 3 ESTUDIO DE CASO: OLIVIA Y EL TETRAHIDROCANNABINOL

El caso a estudiar es el de una persona joven que, tras ser atendida para el tratamiento de su anorexia nerviosa, desarrolla una adicción al cannabis, viéndose así comprometida su identidad personal.

#### 3.1 EL TETRAHIDROCANNABINOL (THC)

Presentamos aquí el caso de Olivia<sup>32</sup>, una chica de 15 años con anorexia grave, quien tras serle administrado el THC volvió a comer con normalidad pero acabó convirtiéndose en adicta a esta sustancia. Olivia era una alumna brillante con un rendimiento escolar estupendo, pero cuando empezó a manifestarse la anorexia, poco a poco su rendimiento disminuyó considerablemente. Al terminar el bachillerato, comenzó la carrera de Farmacia pero no llegó a acabar el segundo curso. La personalidad de Olivia, antes de la enfermedad, era extrovertida y muy alegre, pero comenzó a cambiar con el tratamiento de THC. Su carácter cambió en los primeros seis meses de administración de THC, y se fue transformando en una persona apática. Con los años fue desarrollando un trastorno bipolar que no es raro de observar en personas jóvenes expuestas a esta sustancia durante su adolescencia<sup>33</sup>.

---

<sup>30</sup> SPAEMANN, R. *Personas: Acerca de la distinción entre “algo” y “alguien”*, Pamplona, EUNSA, 2000, 177-190.

<sup>31</sup> HYMAN, S. *Ethical issues in pharmacology: Research and practice*. En MARCUS, S. J. (ed.), *Neuroethics: Mapping the field*, San Francisco (CA), Dana Press, 2002, 142.

<sup>32</sup> Para preservar el anonimato de la paciente, utilizamos un pseudónimo.

<sup>33</sup> LAGERBERG, T. V., KVITLAND, L. R., AMINOFF, S. R., AAS, M., RINGEN, P. A. ANDREASSEN, O. A. y MELLE, I. *Indications of a dose-response relationship between cannabis use and age at onset in bipolar disorder*. En *Psychiatry Research*, 215, 1, 2014, 101-104.



*Cannabis sativa*, la planta del cáñamo, es una conocida especie vegetal que produce (entre otros cannabinoides) el THC, considerado como su componente esencial psicoactivo. El THC está presente en las hojas y los brotes, sobre todo de la planta hembra. Hay otros muchos compuestos químicos (más de cien) que tienen una estructura semejante al THC, y por eso reciben el nombre de cannabinoides.

El THC fue aislado por primera vez en 1964, en el Instituto Weizmann de Rejovot (Israel), por Edery, Gaoni y Mechoulam. Es soluble en alcohol y en la mayoría de disolventes orgánicos. Como ha pasado con otras moléculas, como los opiáceos, el descubrimiento de la presencia de receptores cannabinoides especializados en el cerebro llevó a otro descubrimiento de sustancias endógenas que se acoplaban a estos receptores: los endocannabinoides o cannabinoides endógenos, que son muy selectivos (mucho más que el THC) y que incluyen a la anandamida y el 2-araquidonilglicerol. Estas sustancias endógenas actúan como neurotransmisores que mandan mensajes químicos a las neuronas. Esto significa que nuestro organismo produce regularmente sustancias parecidas al THC. Ese sistema endocannabinoide está involucrado en muchos procesos como el dolor, el apetito, el estado anímico y la memoria (tan crucial esta última en el desarrollo y reconocimiento de la propia identidad). Pero también interviene en zonas cerebrales involucradas en el placer, el razonamiento, la concentración intelectual, la percepción espacial y temporal, y la coordinación motora y sensorial. El THC, al tener una estructura química muy similar a estas sustancias endógenas y afectar a los mismos receptores, tiene una influencia directa en todas las funciones neurofisiológicas mencionadas.

### 3.2 ÁREAS CEREBRALES AFECTADAS POR EL THC

La corteza prefrontal, que se desarrolla hasta los 21 años de edad, contribuye decisivamente al control inhibitorio. Esta corteza queda afectada por la marihuana, con lo que la persona joven tiene más dificultad para decir “no” a la droga. La corteza prefrontal interviene en la toma de decisiones y control de las acciones, concretamente en la capacidad para decir “no” o “sí” a situaciones conflictivas como el uso de drogas.

El cannabis, debido al THC, afecta a la memoria de trabajo, disminuyendo la capacidad para procesar momentáneamente la información, retenerla y poder comprender y razonar con propiedad, y en definitiva poder aprender. Y afecta concretamente a los astrocitos, las células del tejido nervioso de la glía que le proporcionan soporte, y que son

como el esqueleto protector de las neuronas (que tienen la función principal en la formación y estructuración de los recuerdos). Si estos astrocitos carecen de receptores CB1R, no producen alteraciones de memoria tras la consumición de dosis altas de cannabis.

Estudios en humanos muestran cómo el uso de marihuana durante el crecimiento y desarrollo puede producir cambios cerebrales adversos a largo plazo que suelen ser permanentes. En el desarrollo de roedores se han observado problemas relacionados con la memoria y el aprendizaje<sup>34</sup>, y se ha comprobado que esto ha sido posible mediante cambios provocados por el THC en el hipocampo y el sistema de recompensa<sup>35</sup>. Esto hace que aumente también la probabilidad de un incremento de la autoadministración de opiáceos, siendo la marihuana la puerta de inicio para la adicción a este tipo de drogas.

El hipocampo es una zona cerebral que interviene en formar los recuerdos y procesar información. Cuando se envejece, se pierden neuronas de esta zona, con lo que se puede aprender o procesar menos información. El THC produce una mayor pérdida neuronal en la zona hipocámpica, como han mostrado Gleason y colaboradores<sup>36</sup>.

### 3.3 EFECTOS PERNICIOSOS DEL CONSUMO DE THC

Además de afectar al hipocampo, el THC puede afectar al funcionamiento de la corteza orbitofrontal, un área cerebral que permite la creación o formación de recuerdos y que interviene en el cambio voluntario de la atención hacia un aspecto determinado. Al afectar asimismo a los ganglios basales y al cerebelo, la coordinación postural y el equilibrio se ven comprometidos, por lo que se hace más complicada la conducción de máquinas y vehículos y, por supuesto, la práctica deportiva. Al afectar también al tiempo de reacción ante situaciones imprevistas, los consumidores suelen tener más accidentes

---

<sup>34</sup> ANTONELLI, T., TOMASINI, M. C., TATTOLI, M., CASSANO, T., TANGANELLI, S., FINETTI, S., MAZZONI, E., TRABACE, L., STEARDO, L., CUOMO, V. y FERRARO, L. *Prenatal exposure to the CB1 receptor agonist WIN 55,212-2 causes learning disruption associated with impaired cortical NMDA receptor function and emotional reactivity changes in rat offspring*. En *Cerebral Cortex*, 15, 12, 2005, 2013-2020.

<sup>35</sup> GLEASON, K. A., BIRNBAUM, S. G., SHUKLA, A. y GHOSE, S. *Susceptibility of the adolescent brain to cannabinoids: Long-term hippocampal effects and relevance to schizophrenia*. En *Translational Psychiatry*, 2, 2012, e199.

<sup>36</sup> *Ibíd.*

automovilísticos mortales<sup>37</sup>. Existen además metaanálisis que demuestran el riesgo de estos accidentes con vehículos relacionados con el consumo de marihuana<sup>38</sup>.

Otro de los efectos que produce el consumo de THC en la adolescencia es un mayor riesgo de contraer un tumor testicular germinal no seminomatoso maligno, que se presenta en la juventud<sup>39</sup>. Asimismo, relacionado con el consumo crónico de marihuana en la adolescencia, se presenta el síndrome de hiperémesis cannabinoide, caracterizado por periodos de vómitos y náuseas que llevan a la deshidratación, con la consiguiente hospitalización de emergencia. Este síndrome se da en individuos menores de cincuenta años, pero amaina al abandonar el consumo<sup>40</sup>.

### 3.4 PROBLEMAS CON LA ADICCIÓN

Repetidas dosis de THC conducen a un desarrollo de la tolerancia a sus propios efectos y a los efectos de otros cannabinoides. El THC estimula una liberación mayor de dopamina del sistema de recompensa cerebral que en condiciones normales, y por eso se producen efectos eufóricos. Se sabe que el THC interviene en el mismo sistema de recompensa que la cocaína, los opiáceos y el alcohol. En un artículo de uno de nosotros con otros colegas<sup>41</sup>, mostrábamos que el estrés oxidativo cerebral normalmente está correlacionado con la discapacidad cognitiva y con un mayor riesgo de desarrollo de enfermedades neurodegenerativas; y todo esto se agrava con el consumo simultáneo de alcohol.

Un estudio longitudinal efectuado en Nueva Zelanda mostró que cuando el consumo es frecuente en la adolescencia trae consigo una pérdida de unos siete puntos del coeficiente intelectual en la mitad de la edad adulta<sup>42</sup>. Incluso si los adolescentes

---

<sup>37</sup> BIECHELER, M. B., PEYTAVIN, J. F., SAM GROUP., FACY, F. y MARTINEAU, H. *SAM survey on 'drugs and fatal accidents': Search of substances consumed and comparison between drivers involved under the influence of alcohol or cannabis*. En *Traffic Injury Prevention*, 9, 1, 2008, 11-21.

<sup>38</sup> ELVIK, R. *Risk of road accident associated with the use of drugs: A systematic review and meta-analysis of evidence from epidemiological studies*. En *Accident Analysis and Prevention*, 60, 2013, 254-267.

<sup>39</sup> DALING, J. R., DOODY, D. R., SUN, X., TRABERT, B. L., WEISS, N. S., CHEN, C., BIGGS, M. L., STARR, J. R., DEY, S. K. y SCHWARTZ, S. M. *Association of marijuana use and the incidence of testicular germ cell tumors*. En *Cancer*, 115, 6, 2009, 1215-1223.

<sup>40</sup> GALLI, J. A., SAWAYA, R. A. y FRIEDENBERG, F. K. *Cannabinoid hyperemesis syndrome*. En *Current Drug Abuse Reviews*, 4, 4, 2011, 241-249.

<sup>41</sup> LÓPEZ-MALO, D., SANCHEZ-MARTINEZ, J. J., ROMERO, F. J., BARCIA, J. M. y VILLAR, V. M. *Oxidative stress and the combined use of tetrahydrocannabinol and alcohol: Is there a need for further research?* En *Reactive Oxygen Species*, 2, 6, 2016, 388-395.

<sup>42</sup> MEIER, M. H., CASPI, A., AMBLER, A., HARRINGTON, H. L., HOUTS, R., KEEFE, R. S. E., MCDONALD, K., WARD, A., POULTON, R. y MOFFITT, T. E. *Persistent cannabis users show neuropsychological decline from childhood to midlife*. En *PNAS*, 109, 40, 2012, E2657-E2664.

dejaban de consumir, se veía que no recuperaban la pérdida de puntos del coeficiente intelectual.

Un tercio de la gente que consume marihuana acaba siendo adicta a esta droga<sup>43</sup>. También se sabe que la gente que antes de los 18 años consume marihuana tiene entre 4 y 7 veces más posibilidades de acabar siendo adicta que los mayores de esa edad<sup>44</sup>. La dependencia a la marihuana se presenta como síntoma de abstinencia al dejar de consumirla: deseos intensos de seguir consumiendo, ansiedad, falta de apetito, insomnio, irritabilidad, desequilibrio emocional, cambio del estado anímico y otros síntomas que están íntimamente ligados a la identidad personal.

Un problema adicional con la marihuana en los adolescentes es el desarrollo del síndrome amotivacional, o la apatía que produce la droga, que conlleva una pérdida de sensación de riesgo, siendo entonces el THC la droga de inicio o puerta de entrada a otras drogas más fuertes<sup>45</sup>. También se ha visto que el THC conlleva un mayor consumo de alcohol, y que en los consumidores que ya tenían previamente una dependencia al alcohol, esta se agravaba con el nuevo consumo de marihuana<sup>46</sup>. No es una droga dura como la cocaína o la heroína, porque no produce las mismas tasas de mortalidad que estas dos drogas, pero se puede comprender que hay que tener especiales precauciones con ella.

Olivia recibió dosis repetidas de THC para el tratamiento de su anorexia a los 15 años, y derivó en poco tiempo hacia un problema de adicción que la llevó al consumo frecuente de marihuana. El problema fundamental es que era la propia medicación de la anorexia la que le había acercado a la adicción, y como producto de pertenecer a una sociedad en la que no se plantean adecuadamente las consecuencias del consumo de cannabis, Olivia vio la situación como no preocupante. Esto indica a las claras hasta qué nivel la educación acerca del consumo de sustancias en los jóvenes resulta imprescindible.

---

<sup>43</sup> HASIN, D. S., SAHA, T. D., KERRIDGE, B. T., GOLDSTEIN, R. B., CHOU, S. P., ZHANG, H., JUNG, J., PICKERING, R. P., RUAN, W. J., SMITH, S. M., HUANG, B. y GRANT, B. F. *Prevalence of marijuana use disorders in the United States between 2001-2002 and 2012-2013*. En *JAMA Psychiatry*, 72, 12, 2015, 1235-1242.

<sup>44</sup> WINTERS, K. C. y LEE, C. Y. S. *Likelihood of developing an alcohol and cannabis use disorder during youth: Association with recent use and age*. En *Drug and Alcohol Dependence*, 92, 1-3, 2008, 239-247.

<sup>45</sup> SECADES-VILLA, R., GARCIA-RODRÍGUEZ, O., JIN, C. J., WANG, S. y BLANCO, C. *Probability and predictors of the cannabis gateway effect: A national study*. En *International Journal on Drug Policy*, 26, 2, 2015, 135-142.

<sup>46</sup> WEINBERGER, A. H., PLATT, J. y GOODWIN, R.D. *Is cannabis use associated with an increased risk of onset and persistence of alcohol use disorders? A three-year prospective study among adults in the United States*. En *Drug Alcohol Dependence*, 161, 2016, 363-367.

### 3.5 PSICOSIS PRODUCIDAS POR CANNABIS

Se ha descubierto que los consumidores de marihuana que tienen un gen AKT1 con una variante concreta están más inclinados a padecer psicosis, concretamente siete veces más para los consumidores diarios que para los que no consumían o lo hacían esporádicamente<sup>47</sup>. Este gen es el codificador de una enzima involucrada con la dopamina en el cuerpo estriado cerebral.

Asimismo, se ha descubierto que los adultos que tienen un gen COMT (catecol-O-metiltransferasa) con una variante concreta y que han consumido THC en la adolescencia están más inclinados a padecer psicosis. Esta enzima degrada neurotransmisores como la dopamina<sup>48</sup>, y a dosis muy altas se sabe que puede producir una reacción psicótica aguda en individuos no esquizofrénicos.

Los casos de desarrollo de trastornos bipolares no son raros en los jóvenes que consumen marihuana<sup>49</sup>. El consumo de cannabis es un factor importante que puede producir tempranos síntomas del trastorno bipolar *per se* o asociado con altos porcentajes de conductas suicidas. Sin embargo, no está claro todavía si el efecto del cannabis en la edad de presentación de los síntomas y los intentos de suicidio son factores independientes o si no lo son. Lo que sí está claro es que la incidencia del trastorno bipolar ronda el cuarenta por ciento<sup>50</sup>.

### 3.6 USO MEDICINAL DEL CANNABIS

El THC tiene diversos usos en terapia médica: (1) como analgésico en esclerosis múltiple para tratar el dolor neuropático y la espasticidad; (2) como antiemético y para el tratamiento de náuseas en pacientes que están recibiendo quimioterapia contra algún tipo de tumor; (3) como estimulante del apetito en pacientes de SIDA que tienen el síndrome de emaciación o consuntivo (adelgazamiento patológico).

---

<sup>47</sup> DI FORTI, M., IYEGBE, C., SALLIS, H., KOLLIAKOU, A., FALCONE, M. A., PAPARELLI, A., SIRIANNI, M., LA CASCIA, C., STILO, S. A., REIS, T., HANDLEY, R., MONDELLI, V., DAZZAN, P., PARIANTE, C., DAVID, A. S., MORGAN, C., POWELL, J. y MURRAY, R. M. *Confirmation that the AKT1 (rs2494732) genotype influences the risk of psychosis in cannabis users*. En *Biological Psychiatry*, 72, 10, 2012, 811-816.

<sup>48</sup> CASPI A., MOFFITT, T. E., CANNON M., MCCLAY, J., MURRAY, R., HARRINGTON, H. L., TAYLOR, A., ARSENEAULT, L., WILLIAMS, B., BRAITHWAITE, A., POULTON, R. y CRAIG, I. W. *Moderation of the effect of adolescent-onset cannabis use on adult psychosis by a functional polymorphism in the catechol-O-methyltransferase gene: Longitudinal evidence of a gene X environment interaction*. En *Biological Psychiatry*, 57, 10, 2005, 1117-1127.

<sup>49</sup> LAGERBERG *et al.*, *op. cit.*

<sup>50</sup> LEITE, R. T., NOGUEIRA, S., DO NASCIMENTO, J. P., DE LIMA, L. S., DA NÓBREGA, T. B., DA SILVA, M., MONTE DA COSTA, L., BARBOSA, B. H. y GOMES DE MATOS, F. *The use of cannabis as a predictor of early onset of bipolar disorder and suicide attempts*. En *Neural Plasticity*, 2015, 434127.

Administrar el THC en forma de píldoras, y no fumado o mascado en forma de marihuana, resulta beneficioso en tanto en cuanto se evita el aspecto de droga recreativa. Por otra parte, las cantidades de THC en la marihuana varían de una planta a otra, y no sólo hay THC sino cientos de moléculas similares y otros compuestos activos que complican la administración de las dosis de la marihuana medicinal. En cualquier caso, se requiere más investigación a largo plazo para tratar de confirmar todos estos aspectos farmacológicos en diversos pacientes.

En el caso de Olivia, se le administró THC para uso clínico, concretamente para curar su anorexia nerviosa. Sin embargo, la paciente terminó desarrollando un trastorno bipolar, que está demostrado que puede configurar el modo en que la identidad personal se construye<sup>51</sup>. Actualmente, y además de litio, Olivia está recibiendo una terapia electroconvulsiva de estimulación cerebral que alivia sus síntomas graves, y de esta manera también los facultativos la mantienen alejada de las posibles amenazas de intentos de suicidio que sufren muchos pacientes como ella.

### 3.7 AUTONOMÍA PERSONAL DE OLIVIA

Olivia dijo a sus amistades que “no deseaba desear” la droga: como persona adicta al THC, manifestó en varias ocasiones la intención de dejar de consumir marihuana, pero el síndrome de abstinencia le impedía dejarla. Su carácter se volvió incluso agresivo, exigiéndole a su madre que le diera dinero para comprar marihuana hasta el punto de llegar en cierta ocasión a las manos por este motivo, lo cual obligó al padre a intervenir al llegar a casa y toparse con la situación. Olivia acudió a la UCA (Unidad de Conductas Adictivas) para pedir que la ayudaran a poder controlar esta conducta que por sí misma era incapaz de detener.

Podemos aproximarnos a esta difícil situación de Olivia recurriendo a la teoría jerárquica de los deseos de Frankfurt<sup>52</sup>. De acuerdo con esta teoría, estaríamos ante un deseo de segundo orden (no desear el deseo de droga) que contradice al de primer orden (desear la droga). Lo ideal sería poder realizar con éxito el tratamiento de anorexia de Olivia y, al mismo tiempo, dejar intacta su capacidad de “desear desear” (es decir, que el deseo de primer orden esté respaldado por un deseo de segundo orden). Sin embargo, el

---

<sup>51</sup> IRONSIDE, M. L., JOHNSON, S. L. y CARVER, C. S. *Identity in bipolar disorder: Self-worth and achievement*. En *Journal of Personality*, 88, 1, 2020, 45-58.

<sup>52</sup> FRANKFURT, H. *The importance of what we care about*, Cambridge (Reino Unido), Cambridge University Press, 1988.



deseo de primer orden de Olivia es más dominante que el de segundo orden, por lo que su autonomía personal se ve comprometida. Si atendemos a la perspectiva de Velleman<sup>53</sup>, podemos decir que todo esto provoca en Olivia una crisis de inteligibilidad: quiere “entenderse a sí misma”, pero actuando como lo hace contradice sus propios objetivos vitales y se encuentra alienada con respecto a sus deseos de primer orden.

La teoría de Frankfurt no está exenta de problemas. Por ejemplo, Watson critica la jerarquía de los deseos: si hay un deseo de segundo nivel, quizá exista uno de tercer nivel, otro de cuarto nivel... y así sucesivamente<sup>54</sup>. Watson apunta que si los deseos de segundo nivel solo están centrados en otras inclinaciones, entonces ¿qué autoridad tienen para que hablen por el agente o sean deseos de tercer nivel? Los que deben hablar por el agente son los valores, y hay que apelar a ellos. Además, apunta Watson, el modelo de Frankfurt da una imagen errónea de nuestra deliberación y resulta contra-intuitivo. Al deliberar, no nos concentramos en nuestros deseos o estados mentales, sino más bien en un curso de acción como objeto de esos deseos, por ser una ejemplificación más completa de nuestros valores. Mediante este proceso se forma una intención y se actúa, así, de manera autónoma.

Sea como fuere, llegado un momento concreto del tratamiento de Olivia, cuando la mejoría de los síntomas de la anorexia resultaba significativa, los facultativos comenzaron a considerar que quizá era un buen momento para retirar el THC, teniendo en cuenta además los riesgos crecientes de adicción que estaban observando.

Como comentario final a este caso, nos gustaría señalar que los facultativos son conscientes de los límites de los protocolos. Para cuidar integralmente a pacientes como Olivia, no solo es necesario el respaldo de los profesionales de la salud; es imprescindible también el apoyo de padres, hermanos, pareja, amigos... y de la sociedad en su totalidad. Todas estas instancias deben actuar conjuntamente, vinculadas las unas a las otras. Para que puedan ser efectivas, las soluciones deben ser siempre desarrolladas de manera coordinada. Olivia, o cualquier otro paciente, no es un sistema nervioso o una corteza prefrontal aislada; todos los contextos interpersonales deben ser cuidados al máximo y al unísono.

---

<sup>53</sup> VELLEMAN, J. D. *¿Cómo nos entendemos?*, Madrid, Avarigani, 2017.

<sup>54</sup> WATSON, G. *Free agency*. En *Journal of Philosophy*, 72, 1975, 205-220.

#### 4 SITUACIÓN HIPOTÉTICA: ¿SEREMOS ALGÚN DÍA CEREBROS EN CUBETAS?

“Cuéntame una última cosa”, dijo Harry. “¿Es esto real? ¿O ha estado ocurriendo dentro de mi cabeza?”.

Dumbledore le sonrió luminosamente, y su voz sonó alto y fuerte en los oídos de Harry a pesar de que la brillante neblina estaba bajando de nuevo, oscureciendo su figura.

“Por supuesto que está ocurriendo dentro de tu cabeza, Harry, ¿pero por qué diablos debería eso significar que no es real?”.

J. K. Rowling, *Harry Potter y las Reliquias de la Muerte*<sup>55</sup>

Hemos dedicado la sección precedente a un ejemplo vinculado a debates neuroéticos basados en un caso real actual. En la presente sección, en cambio, nos permitiremos ser mucho más especulativos a la vista de un experimento, recientemente publicado en la revista *Nature*<sup>56,57</sup>, que muestra a las claras qué tipo de límites éticos podrían llegarse a traspasar en el largo plazo.

En este experimento, investigadores de la Universidad de Yale lograron mantener con vida durante horas varios cerebros de cerdo fuera de su cuerpo mediante la restitución *post-mortem* de sus funciones celulares y vasculares (si bien no de la actividad eléctrica global), empleando para ello un sistema de perfusión. Este impresionante logro ha despertado una lógica inquietud: ¿será algún día posible recuperar o generar conciencia en cerebros aislados, y hacerlo además en cerebros humanos? Ante esta posibilidad, se abre un amplio abanico de cuestiones ético-legales, como por ejemplo: ¿es el cerebro lo que determina la moralidad humana?; ¿está la conciencia en el cerebro o es, de algún modo, asimilable por completo al funcionamiento de este?; ¿dónde debemos situar el límite entre lo que llamamos “vida” y lo que llamamos “muerte”?; ¿hasta qué punto, y con qué fines, sería legítimo restaurar las funciones vitales de órganos animales o humanos aislados del resto del cuerpo?; ¿pueden ser estas tecnologías una amenaza para

---

<sup>55</sup> Texto original: “Tell me one last thing,” said Harry. “Is this real? Or has this been happening inside my head?” Dumbledore beamed at him, and his voice sounded loud and strong in Harry’s ears even though the bright mist was descending again, obscuring his figure. “Of course it is happening inside your head, Harry, but why on earth should that mean that it is not real?”. En ROWLING, J. K. *Harry Potter and the deathly hallows*, Nueva York, Arthur A. Levine Books, 2007, 723.

<sup>56</sup> VRSELJA, Z., DANIELE, S.G., SILBEREIS, J., TALPO, F., MOROZOV, Y. M., SOUSA, A. M. M., TANAKA, B. S., SKARICA, M., PLETIKOS, M., KAUR, N., ZHUANG, Z. W., LIU, Z., ALKAWADRI, R., SINUDAD, A. J., LATHAM, S. R., WAXMAN, S. G. y SESTAN, N. *Restoration of brain circulation and cellular functions hours post-mortem*. En *Nature*, 568, 2019, 336-343.

<sup>57</sup> Véase también REARDON, S. *Pig brains kept alive outside body for hours after death*. En *Nature*, 568, 2019, 283-284.

los más débiles y vulnerables?; ¿debería el ordenamiento jurídico ocuparse de estas cuestiones?

Sin embargo, podemos llevar esta situación hipotética aún más lejos si pensamos en los recientes avances de la optogenética. Estos avances han permitido a los investigadores (entre otras cosas) inducir “alucinaciones” en ratones en forma de estados perceptuales, tanto visuales<sup>58</sup> como de otros tipos, similares a los generados de forma natural cuando se produce un *input* sensorial. Surge así la pregunta: ¿sería posible llegar algún día al extremo de extraer quirúrgicamente cerebros humanos, revivirlos, mantenerlos en cubetas o sistemas de perfusión, y finalmente conectarlos a dispositivos que les transmitan señales luminosas (o eléctricas) de una forma tal que se simulen experiencias del mundo externo?

Esta situación nos retrotrae no ya solo a obras cinematográficas como *Matrix*<sup>59</sup>, sino también al escenario conocido como “cerebro en una cubeta”, que constituye un clásico entre los experimentos mentales de la filosofía<sup>60</sup>. Este experimento ilustra el escepticismo acerca del mundo externo al sujeto, pues “estipula que los cerebros en una cubeta tendrían pensamientos cualitativamente idénticos a los que no están en una cubeta”<sup>61</sup>, exactamente como si el genio maligno ideado por Descartes estuviera haciendo de las suyas (Figura 1). No obstante, la solidez de dicho experimento mental ha sido cuestionada por pensadores como Putnam<sup>62</sup>. Según nos explica Hickey, Putnam sostiene que “la aseveración ‘somos cerebros en una cubeta’ sería auto-refutable del mismo modo en que lo es la afirmación general ‘todas las afirmaciones generales son falsas’”<sup>63</sup>.

---

<sup>58</sup> MARSH, J. H., KIM, Y. S., MACHADO, T. A., QUIRIN, S., BENSON, B., KADMON, J., RAJA, C., CHIBUKHCHYAN, A., RAMAKRISHNAN, C., INOUE, M., SHANE, J. C., MCKNIGHT, D. J., YOSHIZAWA, S., KATO, H. E., GANGULI, S. y DEISSEROTH, K. *Cortical layer-specific critical dynamics triggering perception*. En *Science*, 365, 6453, 2019, eaaw5202.

<sup>59</sup> Cabe reconocer, en cualquier caso, que la situación que aparece reflejada en *Matrix* (película del año 1999 que fue dirigida por Lilly y Lana Wachowski) implica la inducción de alucinaciones en cuerpos completos, y no en cerebros aislados.

<sup>60</sup> Véase, por ejemplo, HARMAN, G. *Thought*, Princeton (NJ), Princeton University Press, 1973, 5.

<sup>61</sup> HICKEY, L. P. *The brain in a vat argument* [en línea]. En *Internet Encyclopedia of Philosophy*. Disponible en: <https://iep.utm.edu/brainvat/> [consultado el 6 de septiembre de 2022].

<sup>62</sup> PUTNAM, H. *Reason, truth and history*, Cambridge (Reino Unido), Cambridge University Press, 1981, 1-21.

<sup>63</sup> HICKEY, *op. cit.*

Figura 1. Ejemplo del experimento mental conocido como “cerebro en una cubeta”.



Modificado a partir de *Brain in a vat (template)*, imagen de dominio público alojada en Wikimedia Commons ([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Brain\\_in\\_a\\_vat\\_\(template\).svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Brain_in_a_vat_(template).svg)).

En cualquier caso, los logros descritos resultan lo suficientemente llamativos como para, al menos, considerar la posibilidad de que el escenario “resucitación-alucinación” pueda sobrepasar el ámbito meramente conceptual y llegar a establecerse como una práctica terapéutica real en el futuro. No en vano, ya existen entidades, como la Alcor Life Extension Foundation, que ofrecen la “neuropreservación”, es decir, un procedimiento crónico basado en la “preservación a baja temperatura del cerebro de un paciente” a la espera de que en el futuro sea posible regenerar el resto de su cuerpo a partir de su cerebro<sup>64</sup>. A la vista de este tipo de servicios actuales, no resulta tan extravagante imaginar que, si el tipo de tecnología apropiado llega a desarrollarse, algunas empresas lleguen aún más lejos y ofrezcan la posibilidad de implementar estados conscientes pre-escogidos (“a la carta”, podríamos decir) en los cerebros revividos (y en cubetas) de sus clientes.

Haríamos bien en anticipar el debate sobre aspectos críticos de carácter ético y regulatorio que surgen de esta posibilidad. Por ejemplo: ¿sería ético, en algún tipo de circunstancia excepcional, revivir cerebros humanos desacoplados de su cuerpo e, incluso, inducirles de algún modo estados conscientes?; ¿sería una cognición genuinamente humana lo que emergería como resultado?; ¿cómo se verían afectadas la

<sup>64</sup> WILSON, B. *The case for neuropreservation* [en línea]. En *Alcor Life Extension Foundation*. Disponible en: <https://www.alcor.org/library/case-for-neuropreservation/> [consultado el 6 de septiembre de 2022].

identidad y la agencia?; ¿debería un cerebro en una cubeta ser considerado como una persona legal?; ¿cuáles serían las repercusiones para el código deontológico?

El escenario de los cerebros en una cubeta puede sonar a ciencia ficción, dado que para llegar a él sería imprescindible que se produjeran avances tecnológicos nada desdeñables que resultan del todo inciertos a día de hoy, a saber: (1) la recuperación *post-mortem* de la actividad eléctrica global del cerebro humano; (2) su mantenimiento con vida durante un período prolongado; (3) inducirle de manera precisa estados conscientes específicos. Sin embargo, no es menos cierto que los dos logros mencionados al principio de esta sección (resucitación de cerebros e implementación de alucinaciones en mamíferos) podrían haber parecido totalmente irrealizables hace solamente unos pocos años. Ahora que la preocupación por los neuroderechos está despegando con gran vigor, estamos en un momento idóneo para debatir acerca de las repercusiones ético-legales que una terapia como la que aquí hemos hipotetizado tendría para la medicina del futuro.

Reconocemos que el escenario resulta altamente especulativo y que no necesariamente se cumplirá, pero incluso aunque así sea, discutir sobre sus implicaciones puede resultar útil desde el punto de vista conceptual y como supuesto legal. Los neuroderechos no deberían servir solo para contemplar los riesgos éticos que son actuales o que parece sencillo que aparezcan pronto; probablemente, los riesgos más importantes son los que aún están por llegar y que no podemos ni tan siquiera imaginar.

## 5 COMENTARIOS FINALES

En este trabajo hemos tratado con dos neurotecnologías que, o bien parecen estar afectando a la identidad personal (primer ejemplo: un *neurofármaco*), o bien podrían llegar a hacerlo en un futuro (segundo ejemplo: *neurocirugía* combinada con *estimulación cerebral*). Desde luego, no son los únicos ejemplos que pueden resultar relevantes para analizar la influencia de las neurotecnologías sobre la identidad. Dentro de la gama de tecnologías de estimulación cerebral, vale la pena mencionar tanto la estimulación cerebral profunda (DBS) como la optogenética. La DBS, empleada por ejemplo en pacientes que padecen la enfermedad de Parkinson, ha dado lugar a numerosas publicaciones que analizan su impacto en la personalidad de algunos pacientes<sup>65</sup>.

---

<sup>65</sup> Véase, por ejemplo, UNTERRAINER, M. y ODUNCU, F. S. *The ethics of deep brain stimulation (DBS)*. En *Medicine, Health Care and Philosophy*, 18, 2015, 475-485.

En cuanto a la optogenética, se trata de una técnica que ha venido sobresaliendo enormemente en los últimos tiempos. Ya hemos destacado antes su gran potencial para producir resultados sorprendentes. Uno de los aspectos en los que más se está empezando a investigar en la comunidad académica dentro de la neuroética es el del posible impacto de esta tecnología para los neuroderechos<sup>66</sup> y, en especial, para la identidad personal mediante su capacidad para producir importantes cambios en la memoria<sup>67</sup>. Sin lugar a dudas, la manipulación de la memoria es una de las formas más potentes de manipular el “yo”. Así explica el profesor Leonardo Polo el protagonismo de la memoria en el ser humano: “Los hábitos son más altos que la presencia humana y marcan su conexión con el ser personal. Como la presencia es recolectora de objetos, el no dejar sitio a los hábitos conduce la filosofía a la reflexión: la presencia es interpretada como conciencia, es decir, como el sujeto de los objetos recogidos. Sólo cabe entonces el ideal de reconocimiento o de reunificación: el sujeto ha de encontrarse en el objeto reflexivamente. En tanto que el tiempo se encarga de la génesis de los contenidos, es asumido por la conciencia. El protagonismo de la memoria es el del tiempo que se hace eterno en la reflexión perfecta de la conciencia”<sup>68</sup>.

Nos gustaría continuar con esta sección final del trabajo haciendo una pequeña propuesta. El trabajo reciente realizado en neurotecnología ha dado lugar a resultados sin precedentes en la monitorización e intervención de la actividad cerebral. La inducción optogenética de alucinaciones visuales<sup>69</sup>, la manipulación de decisiones mediante estimulación ultrasónica transcraneal<sup>70</sup>, la decodificación de la actividad electrocorticográfica para transcribirla a texto escrito<sup>71</sup> y el control inalámbrico del movimiento mediante un sencillo teléfono inteligente<sup>72</sup> son solo algunos de los ejemplos más destacados. Sin embargo, mientras que es casi una regla no escrita que los estudios

---

<sup>66</sup> MUÑOZ, J. M. *La optogenética: Fundamentos y retos ético-legales*. En DEMETRIO, E. (dir.), *Derecho penal y comportamiento humano*, Valencia (España), Tirant lo Blanch, 2022, 747-758.

<sup>67</sup> ADAMCZYK, A. K. y ZAWADZKI, P. *The memory-modifying potential of optogenetics and the need for neuroethics*. En *NanoEthics*, 14, 2020, 207-225.

<sup>68</sup> POLO, L. *La persona humana y su crecimiento*, Pamplona, EUNSA, 1996, 136.

<sup>69</sup> MARSHEL *et al.*, *op. cit.*

<sup>70</sup> KUBANEK, J., BROWN, J., YE, P., PAULY, K. B., MOORE, T. y NEWSOME, W. *Remote, brain region-specific control of choice behavior with ultrasonic waves*. En *Science Advances*, 6, 21, 2020, eaaz4193.

<sup>71</sup> MAKIN, J. G., MOSES, D. A. y CHANG, E. F. *Machine translation of cortical activity to text with an encoder-decoder framework*. En *Nature Neuroscience*, 23, 2020, 575-582.

<sup>72</sup> QAZI, R., GOMEZ, A. M., CASTRO, D. C., ZOU, Z., SIM, J. Y., XIONG, Y., ABDO, J., KIM, C. Y., ANDERSON, A., LOHNER, F., BYUN, S-H., LEE, B. C., JANG, K-I., XIAO, J. y BRUCHAS, M. R. *Wireless optofluidic brain probes for chronic neuropharmacology and photostimulation*. En *Nature Biomedical Engineering*, 3, 2019, 655-669.



llevados a cabo con neurotecnologías novedosas incluyan una explicación de las posibles ventajas e implementaciones en el campo de las patologías neurológicas y psiquiátricas, resulta extremadamente infrecuente encontrar algún tipo de alusión a los eventuales riesgos éticos, en especial en lo relativo a los potenciales efectos sobre los derechos humanos de los pacientes. Creemos que el poder disruptivo de las neurotecnologías nos apela a desarrollar un marco más equilibrado en la redacción de las publicaciones científicas, en el que no solo quepa la discusión de las aplicaciones positivas de los resultados de investigación sino también las advertencias de cómo dichos resultados podrían llegar a ser utilizados con intenciones éticamente reprobables (por ejemplo, para controlar el comportamiento con propósitos de carácter político o económico, y no relacionados con la salud).

Una buena manera de desarrollar el marco que proponemos podría ser incluir, en las directrices para autores de las revistas neurocientíficas, la mención a la necesidad de integrar comentarios neuroéticos en la discusión o las conclusiones de los artículos. Claro está, esto podría requerir la integración de neuroeticistas en el equipo autoral. Otra posibilidad sería la de insertar una “declaración neuroética” (*neuroethical statement*) al final de cada artículo que esté basado en técnicas neurotecnológicas relevantes, situada junto a otras secciones ya tradicionales: otros tipos de declaraciones éticas, potenciales conflictos de interés, declaraciones y agradecimientos (*acknowledgments*), datos en bruto, etc. Mediante una declaración como la propuesta, los autores podrían destacar de manera visible cualquier potencial *contraindicación neuroética*, es decir, cualquier situación específica que convierta en inadecuado el uso de la neurotecnología que han empleado en su estudio.

No queremos finalizar este trabajo sin volver a la pregunta inicial que lo ha motivado, y que no es otra que el dilema del control<sup>73</sup>: ¿debemos regular una nueva tecnología antes de que se consolide, arriesgándonos así a frenar su desarrollo, o debemos esperar a que se afiance para evaluar entonces su impacto ético, aun a riesgo de que pueda resultar demasiado tarde? Centrándonos específicamente en el posible impacto de la neurotecnología para el derecho a la identidad mental, hemos tratado de mostrar nuestro apoyo a la vía de la regulación temprana basada en neuroderechos. Porque, como bien dijo el maestro Ramón y Cajal en su libro *Charlas de Café*, publicado en 1921, “casi todos

---

<sup>73</sup> GENUS y STIRLING, *op. cit.*

los males de pueblos e individuos dimanaban de no haber sabido ser prudentes y enérgicos durante un momento histórico, que no volverá jamás”.

### AGRADECIMIENTOS

José M. Muñoz agradece el generoso apoyo de la Fundación Tatiana Pérez de Guzmán el Bueno (<https://fundaciontatianapgb.org/>), sin el cual no habría sido posible su contribución a este trabajo.

## REFERÊNCIAS

ADAMCZYK, A. K. y ZAWADZKI, P. *The memory-modifying potential of optogenetics and the need for neuroethics*. En *NanoEthics*, 14, 2020, 207-225.

ANTONELLI, T., TOMASINI, M. C., TATTOLI, M., CASSANO, T., TANGANELLI, S., FINETTI, S., MAZZONI, E., TRABACE, L., STEARDO, L., CUOMO, V. y FERRARO, L. *Prenatal exposure to the CB1 receptor agonist WIN 55,212-2 causes learning disruption associated with impaired cortical NMDA receptor function and emotional reactivity changes in rat offspring*. En *Cerebral Cortex*, 15, 12, 2005, 2013-2020.

BIECHELER, M. B., PEYTAVIN, J. F., SAM GROUP., FACY, F. y MARTINEAU, H. *SAM survey on 'drugs and fatal accidents': Search of substances consumed and comparison between drivers involved under the influence of alcohol or cannabis*. En *Traffic Injury Prevention*, 9, 1, 2008, 11-21.

CASPI A, MOFFITT, T. E, CANNON M, MCCLAY, J., MURRAY, R., HARRINGTON, H. L., TAYLOR, A., ARSENEAULT, L., WILLIAMS, B., BRAITHWAITE, A., POULTON, R. y CRAIG, I. W. *Moderation of the effect of adolescent-onset cannabis use on adult psychosis by a functional polymorphism in the catechol-O-methyltransferase gene: Longitudinal evidence of a gene X environment interaction*. En *Biological Psychiatry*, 57, 10, 2005, 1117-1127.

CORTINA, A. y CONILL, J. *Bioética y neuroética*. En *Arbor*, 195, 792, 2019, a503.

DALING, J. R., DOODY, D. R., SUN, X., TRABERT, B. L., WEISS, N. S., CHEN, C., BIGGS, M. L., STARR, J. R., DEY, S. K. y SCHWARTZ, S. M. *Association of marijuana use and the incidence of testicular germ cell tumors*. En *Cancer*, 115, 6, 2009, 1215-1223.

DAVIS, N. J. y KONINGSBRUGGEN, M. V. *"Non-invasive" brain stimulation is not non-invasive*. En *Frontiers in Systems Neuroscience*, 7, 76, 2013, 1-4.

DI FORTI, M., IYEGBE, C., SALLIS, H., KOLLIAKOU, A., FALCONE, M. A., PAPARELLI, A., SIRIANNI, M., LA CASCIA, C., STILO, S. A., REIS, T., HANDLEY, R., MONDELLI, V., DAZZAN, P., PARIANTE, C., DAVID, A. S., MORGAN, C., POWELL, J. y MURRAY, R. M. *Confirmation that the AKT1 (rs2494732) genotype influences the risk of psychosis in cannabis users*. En *Biological Psychiatry*, 72, 10, 2012, 811-816.

DONALDSON, Z. R. y YOUNG, L. J. *Oxytocin, vasopressin, and the neurogenetics of sociality*. En *Science*, 322, 5903, 2008, 900-904.

ELVIK, R. *Risk of road accident associated with the use of drugs: A systematic review and meta-analysis of evidence from epidemiological studies*. En *Accident Analysis and Prevention*, 60, 2013, 254-267.

FRANKFURT, H. *The importance of what we care about*, Cambridge (Reino Unido), Cambridge University Press, 1988.

GALLI, J. A., SAWAYA, R. A. y FRIEDENBERG, F. K. *Cannabinoid hyperemesis syndrome*. En *Current Drug Abuse Reviews*, 4, 4, 2011, 241-249.

GENUS, A. y STIRLING, A. *Collingridge and the dilemma of control: Towards responsible and accountable innovation*. En *Research Policy*, 47, 1, 2018, 61-69.

GLEASON, K. A., BIRNBAUM, S. G., SHUKLA, A. y GHOSE, S. *Susceptibility of the adolescent brain to cannabinoids: Long-term hippocampal effects and relevance to schizophrenia*. En *Translational Psychiatry*, 2, 2012, e199.

GLENN, A. L. y RAINE, A. *The neurobiology of psychopathy*. En *Psychiatric Clinics of North America*, 31, 3, 2008, 463-475.

GOERING, S., KLEIN, E., SPECKER SULLIVAN, L., WEXLER, A., AGÜERA Y ARCAS, B., BI, G., CARMENA, J. M., FINS, J. J., FRIESEN, P., GALLANT, J., HUGGINS, J. E., KELLMEYER, P., MARBLESTONE, A., MITCHELL, C., PARENS, E., PHAM, M., RUBEL, A., SADATO, N., TEICHER, M., WASSERMAN, D., WHITTAKER, M., WOLPAW, J. y YUSTE, R. *Recommendations for responsible development and application of neurotechnologies*. En *Neuroethics*, 14, 2021, 365-386.

HALL, W. D. y LUCKE, J. C. *The enhancement use of neuropharmaceuticals: More scepticism and caution needed*. En *Addiction*, 105, 2010, 2041-2043.

HARMAN, G. *Thought*, Princeton (NJ), Princeton University Press, 1973.

HASIN, D. S., SAHA, T. D., KERRIDGE, B. T., GOLDSTEIN, R. B., CHOU, S. P., ZHANG, H., JUNG, J., PICKERING, R. P., RUAN, W. J., SMITH, S. M., HUANG, B. y GRANT, B. F. *Prevalence of marijuana use disorders in the United States between 2001-2002 and 2012-2013*. En *JAMA Psychiatry*, 72, 12, 2015, 1235-1242.

HICKEY, L. P. *'The brain in a vat' argument* [en línea]. En *Internet Encyclopedia of Philosophy*. Disponible en: <https://iep.utm.edu/brainvat/> [consultado el 6 de septiembre de 2022].

HYMAN, S. *Ethical issues in pharmacology: Research and practice*. En MARCUS, S. J. (ed.), *Neuroethics: Mapping the field*, San Francisco (CA), Dana Press, 2002, 135-143.

IENCA, M. y ANDORNO, R. *Towards new human rights in the age of neuroscience and neurotechnology*. En *Life Sciences, Society and Policy*, 13, 2017, 5.

IENCA, M. *On neurorights*. En *Frontiers in Human Neuroscience*, 15, 2021, 701258.

ILIEVA, I., BOLAND, J. y FARAH, M. J. *Objective and subjective cognitive enhancing effects of mixed amphetamine salts in healthy people*. En *Neuropharmacology*, 64, 2013, 496-505.

IPSER, J. y STEIN, D. J. *Systematic review of pharmacotherapy of disruptive behavior disorders in children and adolescents*. En *Psychopharmacology*, 191, 1, 2007, 127-140.

IRONSIDE, M. L., JOHNSON, S. L. y CARVER, C. S. *Identity in bipolar disorder: Self-worth and achievement*. En *Journal of Personality*, 88, 1, 2020, 45-58.

KANAYAMA, G., HUDSON, J. I. y POPE., H. G. *Long-term psychiatric and medical consequences of anabolic-androgenic steroid abuse: A looming public health concern?* En *Drug Alcohol Dependence*, 98, 1-2, 2008, 1-12.

KNOCH, D., PASCUAL-LEONE, A., MEYER, K., TREYER, V. y FEHR, E. *Diminishing reciprocal fairness by disrupting the right prefrontal cortex*. En *Science*, 314, 5800, 2006, 829-832.

KUBANEK, J., BROWN, J., YE, P., PAULY, K. B., MOORE, T. y NEWSOME, W. *Remote, brain region-specific control of choice behavior with ultrasonic waves*. En *Science Advances*, 6, 21, 2020, eaaz4193.

LAGERBERG, T. V., KVITLAND, L. R., AMINOFF, S. R., AAS, M., RINGEN, P. A. ANDREASSEN, O. A. y MELLE, I. *Indications of a dose-response relationship between cannabis use and age at onset in bipolar disorder*. En *Psychiatry Research*, 215, 1, 2014, 101-104.

LEITE, R. T., NOGUEIRA, S., DO NASCIMENTO, J. P., DE LIMA, L. S., DA NÓBREGA, T. B., DA SILVA, M., MONTE DA COSTA, L., BARBOSA, B. H. y GOMES DE MATOS, F. *The use of cannabis as a predictor of early onset of bipolar disorder and suicide attempts*. En *Neural Plasticity*, 2015, 434127.

LÓPEZ-MALO, D., SANCHEZ-MARTINEZ, J. J., ROMERO, F. J., BARCIA, J. M. y VILLAR, V. M. *Oxidative stress and the combined use of tetrahydrocannabinol and alcohol: Is there a need for further research?* En *Reactive Oxygen Species*, 2, 6, 2016, 388-395.

LÖSEL, F. y SCHMUCKER, M. *The effectiveness of treatment for sexual offenders: A comprehensive meta-analysis*. En *Journal of Experimental Criminology*, 1, 1, 2005, 117-146.

MAKIN, J. G., MOSES, D. A. y CHANG, E. F. *Machine translation of cortical activity to text with an encoder-decoder framework*. En *Nature Neuroscience*, 23, 2020, 575-582.

MARSHEL, J. H., KIM, Y. S., MACHADO, T. A., QUIRIN, S., BENSON, B., KADMON, J., RAJA, C., CHIBUKHCHYAN, A., RAMAKRISHNAN, C., INOUE, M., SHANE, J. C., MCKNIGHT, D. J., YOSHIZAWA, S., KATO, H. E., GANGULI, S. y DEISSEROTH, K. *Cortical layer-specific critical dynamics triggering perception*. En *Science*, 365, 6453, 2019, eaaw5202.

MEIER, M. H., CASPI, A., AMBLER, A., HARRINGTON, H. L., HOUTS, R., KEEFE, R. S. E., MCDONALD, K., WARD, A., POULTON, R. y MOFFITT, T. E. *Persistent cannabis users show neuropsychological decline from childhood to midlife*. En *PNAS*, 109, 40, 2012, E2657-E2664.

MUÑOZ, J. M. *La optogenética: Fundamentos y retos ético-legales*. En DEMETRIO, E. (dir.), *Derecho penal y comportamiento humano*, Valencia (España), Tirant lo Blanch, 2022, 747-758.

NEURORIGHTS FOUNDATION. *The NeuroRights Foundation: New human rights for the age of neurotechnology* [en línea]. Disponible en: <https://neurorightsfoundation.org/> [consultado el 6 de septiembre de 2022].

PERLMUTTER, J. S. y MINK, J. W. *Deep brain stimulation*. En *Annual Review of Neuroscience*, 29, 1, 2005, 229-257.

POLO, L. *La persona humana y su crecimiento*, Pamplona, EUNSA, 1996.

POTOMAC INSTITUTE FOR POLICY STUDIES. *Neurotechnology futures study* [en línea], 2013. Disponible en: <https://www.potomacinstitute.org/images/studies/NTFSReport-FINAL.pdf> [consultado el 6 de septiembre de 2022].

PUTNAM, H. *Reason, truth and history*, Cambridge (Reino Unido), Cambridge University Press, 1981.

QAZI, R., GOMEZ, A. M., CASTRO, D. C., ZOU, Z., SIM, J. Y., XIONG, Y., ABDO, J., KIM, C. Y., ANDERSON, A., LOHNER, F., BYUN, S-H., LEE, B. C., JANG, K-I., XIAO, J. y BRUCHAS, M. R. *Wireless optofluidic brain probes for chronic neuropharmacology and photostimulation*. En *Nature Biomedical Engineering*, 3, 2019, 655-669.

REARDON, S. *Pig brains kept alive outside body for hours after death*. En *Nature*, 568, 2019, 283-284.

ROWLING, J. K. *Harry Potter and the deathly hallows*, Nueva York, Arthur A. Levine Books, 2007.

SAVULESCU, J. y PERSSON, I. *Moral enhancement, freedom, and the God machine*. En *Monist*, 95, 3, 2012, 399-421.

SECADES-VILLA, R., GARCIA-RODRÍGUEZ, O., JIN, C. J., WANG, S. y BLANCO, C. *Probability and predictors of the cannabis gateway effect: A national study*. En *International Journal on Drug Policy*, 26, 2, 2015, 135-142.

SPAEMANN, R. *Personas: Acerca de la distinción entre “algo” y “alguien”*, Pamplona, EUNSA, 2000.

THIBAUT, F., BARRA, F. D. L., GORDON, H., COSYNS, P. y BRADFORD, J.M. *The World Federation of Societies of Biological Psychiatry (WFSBP) guidelines for the biological treatment of paraphilias*. En *World Journal of Biological Psychiatry*, 11, 4, 2010, 604-655.

TURGAY, A.. *Psychopharmacological treatment of oppositional defiant disorder*. En *CNS Drugs*, 23, 1, 2009, 1-17.



UNTERRAINER, M. y ODUNCU, F. S. *The ethics of deep brain stimulation (DBS)*. En *Medicine, Health Care and Philosophy*, 18, 2015, 475-485.

VELLEMAN, J. D. *¿Cómo nos entendemos?*, Madrid, Avarigani, 2017.

VILLAR, V. M. *El neuroderecho a la identidad personal*, Trabajo Fin de Grado en Filosofía, Valencia (España), Universidad Católica de Valencia, 2021.

VRSELJA, Z., DANIELE, S.G., SILBEREIS, J., TALPO, F., MOROZOV, Y. M., SOUSA, A. M. M., TANAKA, B. S., SKARICA, M., PLETIKOS, M., KAUR, N., ZHUANG, Z. W., LIU, Z., ALKAWADRI, R., SINUDAD, A. J., LATHAM, S. R., WAXMAN, S. G. y SESTAN, N. *Restoration of brain circulation and cellular functions hours post-mortem*. En *Nature*, 568, 2019, 336-343.

WAJNERMAN, A. *Is mental privacy a component of personal identity?* En *Frontiers in Human Neuroscience*, 15, 2021, 773441.

WATSON, G. *Free agency*. En *Journal of Philosophy*, 72, 1975, 205-220.

WEINBERGER, A. H., PLATT, J. y GOODWIN, R.D. *Is cannabis use associated with an increased risk of onset and persistence of alcohol use disorders? A three-year prospective study among adults in the United States*. En *Drug Alcohol Dependence*, 161, 2016, 363-367.

WILSON, B. *The case for neuropreservation* [en línea]. En *Alcor Life Extension Foundation*. Disponible en: <https://www.alcor.org/library/case-for-neuropreservation/> [consultado el 6 de septiembre de 2022].

WINTERS, K. C. y LEE, C. Y. S. *Likelihood of developing an alcohol and cannabis use disorder during youth: Association with recent use and age*. En *Drug and Alcohol Dependence*, 92, 1-3, 2008, 239-247.

YOUNG, L., CAMPRODON, J. A., HAUSER, M., PASCUAL-LEONE, A. y SAXE, R. *Disruption of the right temporoparietal junction with transcranial magnetic stimulation reduces the role of beliefs in moral judgments*. En *PNAS*, 107, 15, 2010, 6753-6758.

YUSTE, R., GENSER, J. y HERRMANN, S. *It's time for neuro-rights*. En *Horizons*, 18, 2021, 154-164.

YUSTE, R., GOERING, S., AGÜERA Y ARCAS, B., BI, G., CARMENA, J. M., CARTER, A., FINS, J. J., FRIESEN, P., GALLANT, J., HUGGINS, J. E., ILLES, J., KELLMEYER, P., KLEIN, E., MARBLESTONE, A., MITCHELL, C., PARENS, E., PHAM, M., RUBEL, A., SADATO, N., SPECKER SULLIVAN, L., TEICHER, M., WASSERMAN, D., WEXLER, A., WHITTAKER, M. y WOLPAW, J. *Four ethical priorities for neurotechnologies and AI*. En *Nature*, 551, 7679, 2017, 159-163.