

NEURODERECHOS: en busca de una solución
Neurorights: in search of a solution

Autor: Pedro R. García Barreno
Médico.
Real Academia Española.
Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
España.

c. e.: «pgb@rae.es»
«www.pedrogarciabarreno.es»

El autor principal y único, Pedro Ramón García Barreno,

1. Declara, que en la confección de «*Neuroderechos: en búsqueda de una solución*», se acogió a las buenas prácticas de calidad, privacidad y ética, teniendo como referencia el Código de Conducta y Buenas Prácticas que, para editores de revistas científicas define el Comité de Ética de Publicaciones (COPE) y de las revistas del CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España). Así mismo amplía estos criterios para alinearse y contribuir a los objetivos establecidos en la Declaración Mundial sobre la Educación Superior en el siglo XXI: Visión y Acción, particularmente con el artículo 2: Función ética, autonomía, responsabilidad y prospectiva.
2. Igualmente, se adhiere a la política de *Open Access*.

The main and only author, Pedro Ramón García Barreno,

1. Declares that in the preparation of *Neurorights: in search of a solution*, the good practices of quality, privacy and ethics were accepted, having as a reference the Code of Conduct and Good Practices that, for editors of scientific journals, defines the Committee of Ethics of Publications (COPE) and of the journals of the CSIC (Higher Council for Scientific Research of Spain). Likewise, it expands these criteria to align and contribute to the objectives established in the World Declaration on Higher Education in the 21st Century: Vision and Action, particularly with article 2: Ethical function, autonomy, responsibility and prospective.
2. Likewise, the author adheres to the *Open Access* policy.

Pedro R. García-Barreno
Madrid, abril 2023.



Resumen: Los notables y rápidos avances de la neurociencia y la neurotecnología de las últimas dos décadas han generado la posibilidad de realizar intervenciones inéditas en el cerebro humano, que incluyen la capacidad de mapear el cerebro, decodificar su información, ampliar o disminuir los sentidos y capacidades cognitivas o acceder a pensamientos y recuerdos. Para evitar intervenciones no deseadas, que están cada vez más cerca de convertirse en una realidad, se requiere una estricta regulación. En este marco, han surgido los «neuroderechos», en el ámbito de los *Derechos Humanos*. Organismos internacionales, nacionales o iniciativas privadas, estudian procesos legislativos que generen un nuevo marco jurídico destinado a proteger la dignidad y los derechos humanos.

Abstract: The remarkable and rapid advances in neuroscience and neurotechnology of the last two decades have created the possibility of performing unprecedented interventions in the human brain, which include the ability to map the brain, decode its information, enlarge or diminish the senses and cognitive abilities or access thoughts and memories. To prevent unwanted interventions, which are getting closer to becoming a reality, strict regulation is required. In this framework, "neurorights" have emerged, in the field of *Human Rights*. International or national organizations, or private initiatives study legislative processes that generate a new legal framework aimed at protecting dignity and human rights.

Palabras clave: Legislación. Derechos humanos. Libre albedrío. Neurotecnología. Privacidad. Sesgos.

Keywords: *Bias. Freedom of thought. Human rights. Legislation. Mental self-determination. Neurotechnology.*

Introducción.

*El mundo digital ya es crucial para el funcionamiento de la sociedad,
pero la revolución está lejos de terminar.
A medida que la tecnología subyacente se vuelva más sofisticada y generalizada,
la sociedad seguramente sentirá su impacto de formas nuevas e inesperadas.*

Los experimentos de estimulación cerebral realizados a mediados del siglo XX despertaron el interés sobre retos éticos y sociales. En 2017, los dos grupos pioneros en «privacidad mental» publicaron sendos trabajos. Uno utilizó como epígrafe la frase: «*Thou canst not touch the freedom of my mind*» [Milton, 1634]. El otro, consideró el caso de un paciente sometido a un ensayo clínico de interfaz cerebro-computadora. Los rápidos avances en neurotecnología (NT) e inteligencia artificial (IA) no son ciencia ficción a largo plazo, están, ya, aquí. ¿Cómo podemos utilizar las posibilidades diagnósticas y terapéuticas de la NT e IA sin atentar contra la dignidad humana y sus derechos? En cualquier caso, la técnica siempre gana el «derbi» social, legislativo... por varios cuerpos de ventaja,

Podría haber elegido *El Cuento de Nunca Acabar: apuntes sobre la narración, el amor y la mentira*, de Carmen Martín Gaité [Gaité, 1983], pero como se trata de reflexionar sobre tecnología, reproduzco a modo de introducción un extracto del «Editorial» [Nirenberg, 1967] de Marshall W. Nirenberg (1927-2010) publicado un año antes de recibir el Premio Nobel de Fisiología o Medicina (junto con Robert W. Holley (1922-1993) y Har G. Khorana (1922-2011) por su interpretación del código genético y su función en la síntesis de proteínas:

«Se está obteniendo nueva información en el campo de la genética bioquímica [“neurotecnología”] a un ritmo extremadamente rápido [...] Tal poder puede usarse sabiamente o imprudentemente, para el mejoramiento o el perjuicio de la humanidad. Salvador Luria ha dicho: “El progreso de la ciencia es tan rápido que crea un desequilibrio entre el poder que pone en manos del hombre y las condiciones sociales en las que se ejerce ese poder. Entonces, ni las advertencias de los científicos, ni la amplitud de la información pública, ni la sabiduría de los ciudadanos podrán compensar las insuficiencias del marco institucional para hacer frente a la nueva situación”. El público comprende hasta cierto punto los desarrollos recientes en genética bioquímica, pero solo tiene una vaga noción de lo que puede esperarse en el futuro, a pesar de los esfuerzos de muchos científicos por informar al público sobre los probables desarrollos futuros. ¿Dónde estamos hoy? [...] ¿Qué se puede esperar en el futuro? [...] Sin embargo, tengo pocas dudas de que los obstáculos eventualmente serán superados. La única pregunta es cuándo [...] planteo este problema mucho antes de la necesidad de resolverlo, porque las decisiones relativas a la aplicación de este conocimiento deben ser tomadas en última instancia por la sociedad, y solo una sociedad informada puede tomar tales decisiones sabiamente».

Décadas después, Richard M. Satava, Profesor emérito de Cirugía en la Universidad de Washington, exdirector de proyectos DARPA (*Defense Advanced Research Projects Agency; Department of Defense, USA*), gurú de tecnologías transgresoras en biomedicina, escribía [Satava, 2003]:

«La tecnología es rampante, creciendo exponencialmente más allá de los límites normalmente comprensibles para la mente humana. Muchas de estas tecnologías son tan fundamentalmente disruptivas que desafían la práctica misma de la ciencia. Los descubrimientos que alguna vez fueron inimaginables, excepto en la ciencia ficción, están apareciendo a un ritmo tan rápido que no hay tiempo para evaluar sus implicaciones morales y éticas de manera deliberada y mesurada. La ingeniería genética, la clonación humana, la ingeniería de tejidos, la robótica inteligente, la nanotecnología, la animación suspendida, la regeneración y la prolongación de especies son solo algunas de las que revolucionarán lo que significa ser humano y cuál puede ser el destino final de la especie. A menos que estos temas se aborden en este momento, enfrentaremos las consecuencias de un futuro descontrolado y sin preparación».

Poco tiempo después Alan L. Leshner, escribía el editorial «Donde la ciencia se encuentra con la sociedad» [Leshner, 2005]. El tema nos retrotrae a algunos acontecimientos de los últimos años que sugieren que la interrelación entre ciencia y sociedad se encuentra en un profundo desfase. A parte del público les inquieta ciertas líneas de investigación y su posible aplicación. Esta desafección, distanciamiento o indiferencia de actitudes predice una mayor dificultad en las relaciones entre ciencia y sociedad que en épocas pasadas no muy lejanas.

¿Qué hemos aprendido, si es que logramos algo? Da la sensación de que muy poco o, más bien, nada. Llevamos años escondidos en un callejón sin salida. Pongamos, como punto de partida, unos ejemplos transgresores: la píldora; el material genético en ácidos nucleicos, no en proteínas; el cultivo de tejidos en un portaobjetos, y los trasplantes.

1. La píldora. En 1954 se realizó el primer ensayo clínico en 50 mujeres en Massachusetts. En 1957 la *U.S. Food and Drug Administration* (FDA) aprobó la píldora como tratamiento de dismenorreas, no como anticonceptivo. En 1960 se aceptó su utilización como anticonceptivo.
2. Oswald T. Avery (1877-1955) publicó, en 1945, que el material genético es ADN, no proteínas. Criticado, un miembro del comité Nobel, bioquímico, contrario a la tesis de Avery cercenó un Premio Nobel sin discusión. Sobre ello, Watson y Crick publicaron la estructura del ADN [Watson *et al.*, 1953]. El artículo comienza: «Deseamos sugerir una estructura para la sal del ácido nucleico de desoxirribosa (D.N.A.). Esta estructura tiene características novedosas que son de considerable interés biológico». En el penúltimo párrafo: «No se nos ha escapado que el emparejamiento específico que hemos postulado sugiere inmediatamente un posible mecanismo de copia del material genético». Dos frases robustas. No lograron el Premio Nobel hasta 1962. De manera natural la tecnología aceleró su refinamiento y pronto se dispuso de una herramienta transgresora: ADN recombinante; la posibilidad de «manipular» nuestro acervo genético. Surgió la crítica y, en 1975, 140 profesionales (biólogos, médicos, gente de leyes), se reunieron en Asilomar, CA (*Asilomar Conference on Recombinant DNA*) [Berg *et al.*, 1975] para discutir los posibles peligros de la técnica, solicitando una moratoria. Uno de los asistentes, microbiólogo de prestigio espetó, más o menos, que un «grupo» no le iba a conminar qué debería hacer o no en su laboratorio. Así hasta el CRISPR [Lander, 2016]; tecnología transgresora de la que una de las receptoras del Nobel ha declarado que

no debe utilizarse para mejorar la especie [Charpentier, 2018]. De su mano surge el transhumanismo [Bostrom, 2005].

3. En 1909, Ross G. Harrison (1870-1959) cultivó tejidos imbuidos en linfa suspendida en un portaobjetos. Fue el origen del cultivo de tejidos. Ello permitió la revolución celulómica: todo lo que trata de manipulación celular, desde la fertilización *in vitro* (FIV), las células troncales y clonación, hasta los organoides (remedos 3D de órganos desarrollados en cultivo) y, hace pocos, meses, los embriones sintéticos [Tarazi *et al.*, 2022. Amadei *et al.*, 2022]. La FIV fue condenada, hasta que vio la luz, en 1978, Louise Brown, la primera bebé probeta; ahora la «abuela». En 1996 nació, aunque fue presentada un año después, Dolly *the sheep*. Nuevo desgarró de vestiduras. ¿Se podrá clonar un humano?; desde luego que sus genes sí y se hará o se habrá hecho; otra cosa es clonar a la persona.
4. Los trasplantes vienen de lejos, de los santos Cosme y Damián. En serio desde Alexis Carrell (PN 1912) y Frank Macfarlane Burnet y Peter Brian Medawar (PN 1960). El trasplante es, en esencia, una «donación». Años después un cirujano y un inmunólogo demostraron persistencia de los linfocitos del donante distribuidos en el organismo del receptor: quimerismo. Desde hace años los obstetras aíslan células fetales en la circulación materna a efectos de diagnóstico, y un español habló de genometástasis. Existe intercambio de material entre madre y feto. Hay embriones interespecies y embarazos subrogados, que no son donación sino contrato. Las células troncales abren otra posibilidad: su implante desde el punto de vista de la neurotecnología [NYSCF, 2022. Sakowski *et al.*, 2022].

En resumen, diez «estrellas» de la discusión ético-moral-legal-tecnológica, que siempre fueron décadas por delante de la preocupación social. Alguna fue motivo de duras críticas en ciertas *Encíclicas* [Papa, 1968], para luego ser consideradas un logro social [CIPD, 1994. OMS, 2018].

La «píldora»	1960
Tecnología ADN-recombinante	1970
Louise J. Brown	1978
Dolly	1997
Células troncales blastoméricas humanas	2000
Embriones – SCNT interespecies	2007
CRISPR	2013
Brazo robótico controlado por el cerebro	2013
Organoides cerebrales	2015
Embriones artificiales	2022

Rematamos las «reflexiones» preliminares:

«En estos días de problemas complejos y soluciones de alta tecnología, es esencial que aquellos que entienden las leyes de la naturaleza se involucren más en la elaboración de las leyes del hombre» [Kean, 1991].

«El papel cada vez más importante de la ciencia en la provisión de atención médica, y el difícil problema social y ético que surgirá de nuestra nueva capacidad para determinar nuestro futuro, hace que sea esencial que todos seamos más alfabetizados científicamente. Nuestros políticos deben comprender los rudimentos de la evidencia científica, y la sociedad en su conjunto debe estar lo suficientemente bien informada para comprender la mejor manera de lograr una vida saludable y participar en el debate de los complejos problemas que seguirán planteando los avances en la investigación biológica y médica. Este movimiento hacia una mayor conciencia científica tendrá que empezar en las escuelas» [Weatherall, 1995].

Los retos no son técnicos. Representan cuestiones éticas y legales, provocadas por tecnologías avanzadas, emergentes y convergentes [MIT, 2011. Sharp *et al.*, 2016] imposibles de controlar. Como la lechuza de Minerva, rescatada por J. G. Federico Hegel (1770-1831):

«La filosofía llega siempre demasiado tarde [...] el búho de Minerva inicia su vuelo al caer el crepúsculo». [Hegel, 1820]

Siempre por detrás de la tecnología. ¿En algún momento por delante?

Nuevas puertas al cerebro

Iniciativa BRAIN (presidente Barack Obama, Estado de la Unión, 2013):

«Si queremos hacer los mejores productos, también tenemos que invertir en las mejores ideas [...] Cada dólar que invertimos para mapear el genoma humano devolvió \$140 a nuestra economía [...] Hoy, nuestros científicos están mapeando el cerebro humano para desbloquear las respuestas al Alzheimer [...] No es el momento de dismantelar estas inversiones en ciencia e innovación. Es el momento de alcanzar un nivel de investigación y desarrollo no visto desde el apogeo de la carrera espacial». [Obama, 2013]

El presidente dio a conocer una nueva y audaz iniciativa de investigación diseñada para revolucionar la comprensión del cerebro humano. Lanzada con aproximadamente \$100 millones en el presupuesto del año fiscal 2014, la iniciativa BRAIN (*Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies* -investigación del cerebro mediante el avance de neurotecnologías innovadoras-) tiene como objetivo final ayudar a los investigadores a encontrar nuevas formas de tratar, curar e incluso prevenir trastornos cerebrales, como la enfermedad de Alzheimer, la epilepsia, y la lesión cerebral traumática.

La iniciativa BRAIN acelerará el desarrollo y la aplicación de nuevas tecnologías que permitirán a los investigadores producir imágenes dinámicas del cerebro que muestren cómo interactúan las células cerebrales individuales y los circuitos neuronales complejos a la velocidad del pensamiento. Estas tecnologías abrirán nuevas puertas para explorar cómo el cerebro registra, procesa, usa, almacena y recupera grandes cantidades de información, y arrojarán luz sobre los complejos vínculos entre la función cerebral y el comportamiento.

En la última década, los científicos han realizado descubrimientos históricos que crean la oportunidad de descifrar los misterios del cerebro, incluido el desarrollo de nuevas herramientas para mapear las conexiones neuronales (cableado), la resolución cada vez mayor de imágenes y la explosión de la nanociencia, *big data* e IA. Avances que han allanado el camino para un desarrollo sin precedentes en todos los campos científicos. Por ejemplo, al combinar técnicas genéticas y ópticas avanzadas, los científicos pueden usar pulsos de luz para determinar cómo las actividades celulares específicas en el cerebro afectan al comportamiento. Además, a través de la integración de la neurociencia, la física y la ingeniería, los investigadores pueden usar tecnologías de imágenes de alta resolución para observar cómo el cerebro está estructural y funcionalmente conectado en humanos vivos.

Si bien estas innovaciones tecnológicas han contribuido sustancialmente a la expansión de nuestro conocimiento del cerebro, los avances significativos en la forma en que tratamos las enfermedades neurológicas y psiquiátricas requerirán una nueva generación de herramientas que permitan a los investigadores registrar señales de las células cerebrales en cantidades mucho mayores y a velocidades aún más rápidas. Esto no se puede lograr actualmente, pero una gran promesa para el desarrollo de tales tecnologías se encuentra en las intersecciones de la nanociencia, la imagen, la ingeniería, la informática y otros campos emergentes de la ciencia y la ingeniería.

Por su parte, Europa lidera el HBP (*Human Brain Project* - Proyecto Cerebro Humano) [HBP, 2013], que tiene como objetivo establecer una infraestructura de investigación de vanguardia que permitirá a los investigadores científicos e industriales avanzar en nuestro conocimiento en los campos de la neurociencia, la informática y la medicina relacionada con el cerebro. El HBP es una iniciativa de investigación a largo plazo y a gran escala que es pionera en la investigación del cerebro digital. Su objetivo es obtener una comprensión profunda de la compleja estructura y función del cerebro humano con un enfoque interdisciplinario único en la interfaz de la neurociencia y la tecnología. Los científicos de HBP emplean métodos muy avanzados de computación, neuroinformática e inteligencia artificial para llevar a cabo investigaciones cerebrales de vanguardia. Los conocimientos adquiridos se traducen en novedosas aplicaciones en medicina y avances tecnológicos. Investigadores del HBP también abordan las implicaciones sociales y éticas derivadas de la investigación del cerebro y sus aplicaciones.

Para facilitar la integración de la ciencia del cerebro entre disciplinas y fronteras nacionales, el HBP está construyendo una infraestructura de investigación llamada EBRAINS. EBRAINS ofrece una amplia gama de conjuntos de datos cerebrales, un atlas cerebral multinivel, herramientas de modelado y simulación, acceso a recursos informáticos de alto rendimiento y plataformas robóticas y neuromórficas para investigadores. En 2021, EBRAINS se agregó a la hoja de ruta de ESFRI para infraestructuras de investigación. EBRAINS ahora está en transición hacia una infraestructura sostenible que permanecerá disponible para la comunidad científica como una contribución duradera del Proyecto Cerebro Humano al progreso científico global. En su fase final, que va de abril de 2020 a septiembre de 2023, el Proyecto Cerebro Humano se centra en tres áreas científicas centrales: las redes cerebrales y su papel en la conciencia, las redes neuronales artificiales, y la expansión de la innovadora infraestructura EBRAINS y

sus herramientas y servicios. El Proyecto Cerebro Humano es uno de los proyectos de investigación más ambiciosos de Europa y uno de los «buques insignia» de las FET: tecnologías futuras y emergentes europeas [HBP].

Neurotecnología

Bruno Martín escribe para *OpenMind-BBVA* «Cuatro grandes avances de la historia de la neurotecnología» [Martín, 2019]. Un resumen de este trabajo puede servir de introducción general al tema: En abril de 1861, murió en París Louis Victor Leborgne, un hombre que había perdido la capacidad de hablar y que en los últimos 21 años de vida solo repetía la sílaba «tan». El médico y anatomista francés examinó su cerebro *post mortem* y descubrió una gran lesión en la parte delantera del hemisferio izquierdo. En autopsias posteriores de otros pacientes con problemas del habla, Broca descubrió lesiones similares, siempre en la misma región. El doctor había encontrado la primera prueba de que las funciones del cerebro —en este caso, la producción del lenguaje oral— residen en zonas concretas de este órgano.

Sobre las bases que sentó Broca crecería, un siglo más tarde, la neurotecnología, una disciplina que se nutre del conocimiento neurocientífico y a la vez contribuye a su desarrollo. Integrando las máquinas con el sistema nervioso central, busca estudiarlo, tratar sus dolencias y extender sus capacidades. Es un campo todavía en sus inicios, perseguido por un aire a ciencia ficción, pero que, por sus logros, ya ha cobrado aceptación y credibilidad en la ciencia contemporánea. Repasamos sus avances relevantes:

1. Imanes para observar las neuronas; una ventana al cerebro en funcionamiento, que la máquina puede distinguir casi en tiempo real. El cerebro es un órgano protegido por un caparazón de hueso. Los anatomistas del siglo XIX, como Broca, solo podían inspeccionarlo después de la muerte. La llegada de las tecnologías no invasivas de neuroimagen cambió el panorama: permiten estudiar el cerebro *in vivo*. El electroencefalograma (EEG. La técnica más antigua que registra la actividad eléctrica cerebral en la superficie del cráneo); el magnetoencefalograma (MEG. Registra la actividad funcional cerebral, mediante la captación de campos magnéticos en la superficie de la convexidad craneal); la tomografía por emisión de positrones (PET. Similar a la tomografía computarizada, detecta la radiación de marcadores externos), o la imagen funcional por resonancia magnética (fMRI. Estudia la actividad cerebral detectando cambios en el flujo cerebral).

2. Electrodo para tratar la parálisis. Conforme se empezó a conocer la función de algunas regiones del cerebro, a finales del siglo XX los médicos experimentaron con un nuevo tipo de tratamiento: la estimulación cerebral profunda. A diferencia de la terapia electroconvulsiva que ya se administraba en décadas anteriores —con electrodos sobre el cráneo—, la nueva técnica inserta quirúrgicamente implantes que estimulan grupos concretos de neuronas. En la década de 1990 se constató su éxito para controlar síntomas del Parkinson y temblor esencial; más recientemente se ha empezado a utilizar como tratamiento para el trastorno obsesivo-compulsivo y la epilepsia, y se ensaya su eficacia en casos de depresión. En 2018, la estimulación profunda logró un nuevo hito: personas parapléjicas por un accidente han recuperado el movimiento y control parcial de sus piernas.

3. Implantes para restaurar los sentidos. Nuestra percepción sensorial del mundo es una colección de impulsos eléctricos que el cerebro procesa para formar una interpretación útil de la realidad material. Normalmente, los impulsos se generan en los órganos sensoriales, como el oído o el ojo, pero cuando estos receptores biológicos no funcionan, la neurotecnología puede intervenir. El implante de cóclea existe desde finales del siglo XX y, gracias a él, oyen cientos de miles de usuarios con sordera. Demostrado y probado este marco teórico de restauración sensorial, nada impide a los tecnólogos desarrollar aplicaciones análogas para emular el resto de los sentidos. De hecho, ya existen las primeras prótesis biónicas que incorporan sensores de presión para recrear el sentido del tacto (háptica) y se están probando implantes de retina electrónicos que estimulan directamente el nervio óptico en pacientes que han perdido los fotorreceptores de sus ojos.

4. Sensores para leer la mente. Más allá de sus aplicaciones médicas, la neurotecnología ofrece la posibilidad de ampliar las capacidades del sistema nervioso. Algunas de las aplicaciones más avanzadas y prometedoras de esta práctica la representan el control mental de prótesis, de robots y de programas informáticos, o la investigación de mercado por mercadotecnia. Los grandes pasos que ha dado el campo de las interfaces cerebro-máquina apuntan a un futuro en el que será posible conectar dos mentes directamente y lograr una comunicación silenciosa. En la actualidad, los expertos matizan que es imposible leer los pensamientos. Sin embargo, sí es posible detectar ciertas reacciones emotivas por EEG, y un usuario entrenado puede generar signos mentales suficientemente concretos como para dirigir un robot o un sistema operativo. Con el programa adecuado, también podrá generar un repertorio limitado de signos telepáticos, por ejemplo, letras o palabras discretas.

Por su parte, Beatriz Guillén [Guillén, 2019] escribe:

«Si toda la información disponible en Google cabe en un *pendrive*, ¿qué ocurriría si nos lo pudiéramos enchufar directamente al cerebro? ¿Y si pudiéramos traducir nuestras ondas cerebrales en textos enteros? O, ¿si nos conectáramos a una máquina para multiplicar nuestras capacidades mentales? Aunque estos ejemplos todavía son mera especulación, no lo es la tecnología que trata de hacerlos posibles. No es que estemos cerca de conectar nuestro cerebro con tecnologías para poder interactuar con el exterior, es que es ya una realidad. ¿Significa esto que estamos ante el fin de la última barrera? En los últimos años hemos asistido a una tremenda evolución de esta disciplina, especialmente en el ámbito de neurorrehabilitación orientada a personas con fuertes deficiencias neuromusculares que han perdido movilidad de su cuerpo».

Discutir el acoplamiento entre mente y máquina es tan viejo como la película de ciencia ficción *Metrópolis* (1927. Película alemana, dirigida por Fritz Lang, que sitúa la acción en el año 2000). Lo que es nuevo es que la conexión de un cerebro humano a una computadora mediante microelectrodos implantables es ahora una opción técnica real. Con el tiempo -no mucho- este tipo de tecnologías van a llegar y formar parte de nuestras vidas en algún momento. Es un arma de doble filo. Por un lado, se dinamiza mucho el sistema con recursos y metodologías claramente orientadas a sacar los sistemas de los laboratorios. Por otro, se crean unas expectativas que, si no se cumplen, pueden generar frustración a corto plazo, como ha pasado otras veces con los robots o la inteligencia artificial.

Para las aplicaciones que más se acercan al futuro, como mover objetos, miembros mecánicos o el cursor de una computadora con solo pensar o imaginar alguna acción, se están utilizando dos técnicas: no invasivas —típicas en Europa— que consisten en recoger las grandes ondas cerebrales con cascos electroencefalográficos externos, e invasivas —comunes en Estados Unidos— que implantan los propios electrodos en el cerebro. La principal diferencia entre ellas es la precisión: los resultados con métodos invasivos suelen ser más precisos, pero presentan algunos problemas prácticos y éticos. Los no invasivos son más accesibles para su desarrollo en laboratorios y empresas, pero su control no es tan directo.

El debate ético no solo se circunscribe a los posibles daños que se pueda provocar en el cerebro, sino también para qué tipo de aplicaciones merece la pena correr el riesgo. Nadie plantea objeciones éticas si esta conexión cerebro-máquina se utiliza para tratar una enfermedad o mejorar la calidad de vida de las personas paralizadas por un accidente, ciegas o sordas. En realidad -comenta J. M. Muñoz-Ortega- hay importantes debates éticos relacionados con el uso de neurotecnologías para tratar enfermedades. Un ejemplo destacable es la estimulación cerebral profunda empleada para aliviar los síntomas de la enfermedad de Parkinson. Parece haber evidencias de que este tipo de intervenciones puede afectar a la personalidad e identidad del paciente de forma irreversible, lo que despierta debates sobre como «poner en la balanza» las ventajas y los inconvenientes de este tipo de intervenciones, que recogen, contrapuestas, diferentes publicaciones [Pham *et al.*, 2015; Gilbert *et al.*, 2021].

La polémica estalla si se trata de aplicar estas técnicas a las mejoras de las capacidades naturales de la mente humana. En un futuro cercano, a medida que las interfaces entre cerebro y computadora no solo restauren funciones perdidas por personas con discapacidad, sino que también potencien las aptitudes de personas sin discapacidad por encima de sus capacidades, tendremos que tomar conciencia de una serie de problemas relacionados con el consentimiento, la privacidad, la identidad, la acción y la desigualdad. Pero otra aplicación interesante es la contraria, indica J. M. Muñoz Ortega: disminuir en vez de potenciar. Se está discutiendo sobre la posibilidad de disminuir la intensidad de ciertas experiencias mentales (por ej., recuerdos traumáticos). Al respecto, Nita Farahany ofrece un análisis en uno de los capítulos de su nuevo libro [Farahany, 2023; Muñoz, 2023].

Neuroderechos.

1. **Antecedentes psicológicos.** Se considera «publicidad subliminal» a cualquier texto o material audiovisual que se emite por debajo del umbral de percepción consciente y que incita al consumo de un producto. Las imágenes subliminales -aquellas que se muestran de forma tan breve que el espectador no logra registrarlas de forma consciente- han estado rodeadas siempre de controversia. En la década de 1950, el hipnotismo y las técnicas de control mental -técnicas orientadas a dominar y modificar los procesos mentales de un individuo- se pusieron de nuevo de moda. James McDonald Vicary (1915-1977) decidió probar la eficacia de la «percepción subliminal» con unos métodos diferentes. El término «anuncio subliminal» fue descrito por primera vez en 1957: mensajes cortos e intermitentes en una pantalla de cine en Nueva Jersey habían provocado que la gente comprara más alimentos y bebidas. En

1958 esta práctica fue prohibida en Australia, Reino Unido y Estados Unidos. En 1962 James Vicary admitió que había falsificado los resultados de su estudio [Gafford, 1958]. Diez años después, y a pesar de que no se habían logrado demostrar pruebas de que realmente funcionaran, la ONU declaró que los mensajes subliminales eran una gran amenaza a los derechos humanos. En el caso español, la *Ley General de Publicidad* de 1988 (Ley 34/1988, de 11 noviembre: última actualización 07/09/2022) incluye la publicidad subliminal como un tipo de publicidad ilícita, y dice:

«Artículo 4: A los efectos de esta ley, será publicidad subliminal la que mediante técnicas de producción de estímulos de intensidades fronterizas con los umbrales de los sentidos o análogas, pueda actuar sobre el público destinatario sin ser conscientemente percibida».

Ofcom, la oficina reguladora independiente de las industrias de comunicación en el Reino Unido, declara que «las estaciones de telecomunicaciones no deben utilizar técnicas que exploten la posibilidad de transmitir un mensaje a los espectadores y oyentes, o de tratar de influir en su mente, sin que éstos estén conscientes o totalmente conscientes de lo que está ocurriendo». En 2006, Johan C. Karremans *et al.* [Karremans *et al.*, 2006], publicaron el artículo “*Beyond Vicary’s fantasies: The impact of subliminal priming and brand choice*”. La discusión general concluye:

«Los presentes hallazgos demuestran que la publicidad subliminal podría ser factible, una idea que se ha debatido durante muchos años, pero que hasta ahora ha carecido de apoyo empírico. Nuestros estudios sugieren que exponer a las personas de manera subliminal a la marca de una bebida aumenta la probabilidad de que elijan esa bebida, siempre que tengan sed. Ambos estudios demostraron que exponer subliminalmente a nuestros participantes a la una determinada marca aumentó la elección y la intención de ingerirlo».

2. Hacia la protección de las personas. En 2017, a la luz del rápido desarrollo de la neurotecnología, dos grupos, a ambos grupos del Atlántico y en íntima conexión, publicaron sendos trabajos sobre su preocupación por el tema. Rafael Yuste y un grupo de 24 coautores- (*The Morningside Group*: equipo de médicos, especialistas en ética, neurocientíficos e informáticos, incluidos ingenieros de Google y nuevas empresas de neurotecnología) desarrollaron pautas éticas para las tecnologías emergentes de implantes neuronales e inteligencia artificial e identificaron cuatro prioridades éticas que unos «nuevos» derechos humanos deberían proteger [Yuste *et al.*, 2017]:

«Para que las neurotecnologías despeguen en los mercados de consumo en general, los dispositivos tendrían que ser no invasivos, de riesgo mínimo y requerir mucho menos gasto para implementar los procedimientos neuroquirúrgicos actuales. No obstante, incluso ahora, las empresas que están desarrollando dispositivos deben rendir cuentas por sus productos y guiarse por ciertos estándares, mejores prácticas y normas éticas. Destacamos cuatro áreas de preocupación que requieren acción inmediata. Aunque planteamos estos problemas en el contexto de la neurotecnología, también se aplican a la IA».

Se refieren a la privacidad y consentimiento (*privacy and consent*), integridad anatómica e identidad o conciencia de sí mismo (*agency and identity*), respetar las normas sociales o potenciación o aumento de

las capacidades (*augmentation*) e igualdad de oportunidades evitando sesgos (*bias*).

«Los posibles beneficios clínicos y sociales de las neurotecnologías son enormes. Para cosecharlos, debemos guiar su desarrollo de una manera que respete, proteja y habilite lo mejor de la humanidad».

En Europa, Marecchio Ienca y Roberto Andorno [Ienca et al., 2017] escriben:

«Los rápidos avances en la neurociencia humana y la neurotecnología abren posibilidades sin precedentes para acceder, recopilar, compartir y manipular información del cerebro humano. Tales aplicaciones plantean desafíos importantes a los principios de derechos humanos que deben abordarse para evitar consecuencias no deseadas. Este documento evalúa las implicaciones de las aplicaciones emergentes de la neurotecnología en el contexto del marco de los derechos humanos y sugiere que los derechos humanos existentes pueden no ser suficientes para responder a estos problemas emergentes. Tras analizar la relación entre neurociencia y derechos humanos, identificamos cuatro nuevos derechos (solapantes con los propuestos por Yuste *et al.*) que pueden cobrar gran relevancia en las próximas décadas: el derecho a la libertad cognitiva, el derecho a la intimidad mental, el derecho a la integridad mental y el derecho a la continuidad psicológica».

Ienca y Andorno, aun no siendo miembros como tales, coinciden en lo primordial con el grupo liderado por Rafael Yuste; ello hace que, al menos, 27 investigadores coincidan plenamente en la defensa de los neuroderechos.

El Grupo Morningside [Goering *et al.*, 2021] hizo hincapié en las recomendaciones para el desarrollo y aplicación de las neurotecnologías:

«Los avances en neurotecnologías novedosas, como las interfaces cerebro-computadora (BCI) y los dispositivos neuromoduladores como los estimuladores cerebrales profundos (DBS), tendrán marcadas implicaciones para la sociedad y los derechos humanos. Si bien estas tecnologías están mejorando el diagnóstico y el tratamiento de enfermedades mentales y neurológicas, también pueden alterar la agencia individual y alejar a quienes usan las neurotecnologías de su sentido de identidad, desafiando las nociones básicas de lo que significa ser humano. Como coalición internacional de académicos y profesionales interdisciplinarios, examinamos estos desafíos y hacemos recomendaciones para mitigar las consecuencias negativas que podrían surgir del desarrollo o la aplicación no regulados de nuevas neurotecnologías. Exploramos los posibles desafíos éticos en cuatro áreas clave: identidad y agencia, privacidad, sesgo y mejora de las capacidades mentales. Para abordarlos, proponemos: (1) reuniones democráticas al más alto nivel para establecer pautas éticas y sociales coordinadas a nivel mundial para el desarrollo y la aplicación de la neurotecnología; (2) nuevas medidas, incluidos los "Neuroderechos", para la privacidad, la seguridad y el consentimiento de los datos para garantizar el control de los usuarios de la neurología sobre sus datos; (3) nuevos métodos de identificación y prevención de sesgos, y (4) la adopción de pautas públicas para la distribución segura y equitativa de dispositivos neurotecnológicos».

Por último, J. Genser, S. Herrmann y R. Yuste publicaron en 2022 un detallado y exhaustivo informe, cuyo resumen ejecutivo reproducimos [Genser et al., 2022]: *Brechas, en la Edad de la Neurotecnología, en la Protección de los Derechos Humanos a Nivel Internacional*

«es la primera revisión exhaustiva del derecho internacional de los derechos humanos aplicado a la neurotecnología. La neurotecnología, definida como métodos para registrar o modificar directamente la actividad del cerebro humano, es una fuente emergente de avances médicos y científicos, desarrollo económico y consumo de la demanda. El cerebro es la fuente de los procesos mentales y cognitivos humanos, la imaginación, la percepción, y memoria. Debido a que interactúa directamente con el cerebro, se espera que la neurotecnología altere profundamente lo que significa ser humano. Existe un enorme potencial para los estados, las empresas y actores no estatales para infringir los derechos humanos mediante el uso indebido o el abuso de la neurotecnología. Sin el desarrollo continuo del derecho internacional de los derechos humanos, hoy existe una amplia gama de lagunas en la protección de los derechos humanos. Un avance incluiría un enfoque común para la neurotecnología a través de las Naciones Unidas (ONU), incluyendo una interpretación adicional del actual tratado de derechos humanos, nuevos instrumentos de derecho indicativo y un código de conducta para los estados y empresas de neurotecnología. Todo ello pondría a la comunidad internacional en la mejor posición para enfrentar y para llenar estos vacíos. Hoy en día, los marcos existentes para regular la neurotecnología son, en la mayoría de los casos, normas no vinculantes y altamente descentralizados. Incluyen: Recomendaciones sobre Innovación Responsable en Neurotecnología de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), la Declaración del Comité Jurídico Interamericano de Neurociencias, Neurotecnologías y Derechos Humanos, los Principios de Tshwane sobre Seguridad Nacional y el Derecho a la Información, los Principios Rectores de Neuroética de los Institutos Nacionales de Salud (NIH) para la iniciativa BRAIN de EE. UU. (2018) o el Marco de Neuroética del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE), entre otros. Sin embargo, estos marcos no abordan ni el desafío de la neurotecnología a los derechos humanos ni cómo pueden o no ser justiciables bajo las leyes existentes de los derechos humanos a nivel internacional. Asimismo, el informe del Comité Internacional de Bioética de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) sobre cuestiones éticas y neurotecnología no se basa en leyes vinculantes, ni hace recomendaciones para aplicar su política. Por lo tanto, desarrollar un enfoque unificado en la ONU es crítico, especialmente a medida que crece el número de normas éticas de derecho indicativo que compiten y difieren».

Sin embargo, si existen normas vinculantes para regular la neurotecnología. Es el caso, comenta J. M. Muñoz Ortega, de Francia, cuyo artículo 19.1 de su nueva Ley de Bioética protege explícitamente el derecho a la integridad mental. Además, hay dos proyectos de ley, aún en debate, en Argentina -sobre el uso de neurotecnologías como medios de prueba criminal [Diputas, 2022], y en Brasil -sobre privacidad mental [Camara, 2022]. Por su parte, México ha elaborado una carta de derechos digitales, siguiendo el modelo español, que incluye los neuroderechos [Carta, 2022].

Una declaración que no debe ser olvidada es la del Parlamento Latinoamericano y Caribeño (ParLatino), que es específica sobre neuroderechos [Parlamento, 2023]. Ese mismo Parlamento ha aprobado, con fecha 7 de marzo de 2023, un importante Ley Marco sobre neuroderechos, que afectará a todos los países representados en dicho Parlamento (incluyendo toda Hispanoamérica), y que probablemente, señala J. M. Muñoz, sirva de modelo para sus respectivas elaboraciones legales sobre neuroderechos. Si bien no ha sido aún publicada, dicha Ley Marco ha sido aprobada por todos los países implicados.

El enfoque transversal de la ONU para la neurotecnología debe comenzar con un marco de análisis de los tratados internacionales de derechos humanos existentes. Dichos tratados se deberían utilizar para examinar el uso indebido y el abuso potencial de la neurotecnología y utilizar de manera eficiente la maquinaria existente del sistema de derechos humanos de la ONU para recopilar, aclarar y explicar las obligaciones jurídicamente vinculantes de los Estados. Con una mayor interpretación, impulsará la creación de nuevas leyes y reglamentos nacionales sobre neurotecnología.

Dada la escala masiva de inversión global en neurotecnología, ahora es el momento de anticiparnos para llenar proactivamente los vacíos de protección de los derechos humanos creados por la neurotecnología. La iniciativa BRAIN de los EE. UU., de 2013, lanzada por la administración Obama, es una iniciativa multimillonaria que involucra el trabajo de tres agencias gubernamentales: los Institutos Nacionales de Salud (NIH), la Fundación Nacional de Ciencias (NSF) y la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada de Defensa (DARPA). Desde 2013, otras cinco iniciativas BRAIN se han creado en todo el mundo, incluido el Proyecto Cerebro Humano europeo (HBP) y El Proyecto BRAIN de China (CBP), anunciado en 2016, al que se le ha asignado una financiación de \$ mil millones hasta el año 2030. Las fuentes informan de un aumento del 62% en la inversión global en neurotecnología entre 2019 y 2020, y el mercado global de la neurotecnología actualmente está valorado en \$ 10,7 mil millones (2020) y se espera que alcance los \$ 21 mil millones para 2026. La Iniciativa BRAIN provocó una ola en el mundo de inversión en neurotecnología. Entre 2010 y 2014, el número de patentes de neurotecnología se duplicó con creces, de 800 a 1.600 anuales, y la mayoría han sido otorgadas a inversores privados fuera de las empresas de dispositivos médicos.

La ONU está preparada para desempeñar un papel de liderazgo clave en neurotecnología y derechos humanos. Tal vez el documento más importante hasta la fecha, en relación a los neuroderechos, sea una resolución de la Asamblea General de las Naciones Unidas llamado a profundizar sobre las repercusiones de la neurotecnología para los derechos humanos [UN, 2022].

La *Neurorights Foundation* ha involucrado a altos funcionarios de la ONU en el estado global de desarrollo y en el uso de la neurotecnología; oportunidades y riesgos que plantea para el avance de los derechos humanos, y marcos legales, éticos y de gobierno, aplicables. La *Neurorights Foundation* autorizó a la *International Human Rights Protection Gaps in the Age of Neurotechnology* para analizar las formas en que los tratados internacionales existentes no abordan los nuevos desafíos de los derechos humanos en la era neurotecnológica, o neuroderechos. Neuroderechos, explicado en mayor detalle en

este informe incluyen: (1) el derecho al «sentido de sí mismo», (2) el derecho al «libre albedrío», (3) el derecho a la privacidad mental, (4) el derecho al acceso justo al aumento mental, y (5) la protección contra el sesgo algorítmico, como cuando se combina la neurotecnología con inteligencia artificial (IA). En resumen, fundamentalmente, la defensa del derecho a la «identidad personal».

Por lo tanto, la iniciativa se basa y aplica estas discusiones pasadas con altos funcionarios de la ONU al cumplir con dos críticos objetivos. Primero, analiza los vacíos de protección bajo los tratados internacionales de derechos humanos que deben ser reforzados para abordar el posible mal uso y abuso de la neurotecnología actual y futura. Y, segundo, proporciona un camino a seguir para un enfoque transversal de la ONU con el fin de liderar los esfuerzos globales para proteger los neuroderechos. Este informe analiza las brechas en la protección de los neuroderechos que surgen bajo los siguientes tratados internacionales de derechos humanos: Pacto Internacional de Derechos Civiles y Políticos (ICCPR), Convención Contra la Tortura y Otros Tratos Crueles, Inhumanos o Degradantes o Castigos (CAT), Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (ICESCR), Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad (CRPD), Convención sobre Eliminación de Todas las Formas de Discriminación Racial (CERD), Convención sobre la Eliminación de Todas las Formas de Discriminación Contra la Mujer (CEDAW), y Convención sobre los Derechos del Niño (CRC).

El informe también reconoce las brechas de protección que surgen bajo varias normas declaratorias o normas internacionales de derechos humanos no vinculantes, incluida la Declaración Universal de Derechos Humanos, los Principios de Ética Médica relevantes para la Práctica del Personal Sanitario, en la Protección de Prisioneros y Detenidos contra la Tortura y Crueldad, Penas o Tratos Inhumanos o Degradantes (Principios de Ética Médica), y la Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos (Declaración de Bioética).

«Nuestro informe -comentan Yuste *et al.*- finalmente concluye que el cuerpo existente de normas en los tratados internacionales de derechos humanos, los comentarios generales y la jurisprudencia, están mal equipados para proteger los neuroderechos. En particular, este informe identifica dos tendencias principales en los tratados existentes. En primer lugar, cuanto más detalladas sean las disposiciones actuales del tratado, menos aplicables serán a la neurotecnología. Disposiciones más generales, especialmente en tratados más antiguos, como el Comité para la Eliminación de la Discriminación Racial (CERD), se interpretarán más fácilmente a través de comentarios generales para abordar los neuroderechos. En segundo lugar, tanto los comentarios generales a los tratados como los informes de la ONU de años más recientes tienden a mencionar los avances tecnológicos que podrían interpretarse más a fondo para incluir los neuroderechos. Y algunos de los estándares aplicados a la IA y otras tecnologías también pueden aplicarse a la neurotecnología. Sin embargo, en última instancia, ninguno de los tratados internacionales de derechos humanos prevé plenamente las formas en las que la neurotecnología puede cambiar la experiencia humana (como a través de la lectura de la mente y realidades aumentadas) y todo debe actualizarse, ya sea a través de comentarios generales o disposiciones en sí mismas, para reflejar esta nueva realidad. Las tecnologías emergentes ya no son únicamente preocupaciones por la accesibilidad, la privacidad y las razones relacionadas

con la discriminación. Hoy, la neurotecnología también presenta preocupaciones por la integridad mental, el libre albedrío, el desarrollo del pensamiento, la protección al debido proceso judicial y la desigualdad del mejoramiento humano».

Sobre la base de estos hallazgos, *Neurorights Foundation* autorizó la *International Human Rights Protection Gaps in the Age of Neurotechnology*, que hace recomendaciones de políticas y proporciona una base tanto para las Naciones Unidas como para los diversos gobiernos con la finalidad de determinar sus próximos pasos en la protección de las personas contra el uso indebido y el abuso de la neurotecnología.

Y concluye:

«En última instancia, los tratados internacionales de derechos humanos existentes actualmente no están preparados para proteger los neuroderechos. Sin embargo, como se describe en detalle en nuestros hallazgos, los rápidos avances en neurotecnología ya no son ciencia ficción, son ciencia. Es urgente que la ONU juegue un papel de liderazgo a nivel mundial para adoptar estas emocionantes innovaciones mientras se protegen los derechos humanos y se garantiza el respeto ético del desarrollo de la neurotecnología».

Otro punto de vista lo mantiene Nora Hertz [Hertz, 2023] que resume:

«El proceso de reconocimiento legal de nuevos derechos humanos es complejo, y la introducción de nuevos derechos humanos no es *per se* más ventajosa que la interpretación de los derechos humanos existentes. Con respecto al derecho humano a la libertad de pensamiento y el derecho humano propuesto a la autodeterminación mental, es más convincente evolucionar la interpretación del primero, p. ej. por un comentario general, protocolo o documento de derecho indicativo, que introducir un nuevo derecho humano a la autodeterminación mental. Sin embargo, la introducción y la evolución de los derechos humanos están entrelazadas, y la introducción de un nuevo derecho humano a la autodeterminación mental, p. ej. en una norma no vinculante, probablemente evolucionaría también la interpretación del derecho a la libertad de pensamiento».

3. El caso de Chile. Los sistemas legales deben prepararse para los desafíos regulatorios que emergen de las neurotecnologías. Desde la doctrina internacional, Ienca y Andorno proponen regular cuatro nuevos derechos: el derecho a la libertad cognitiva, el derecho a la privacidad mental, el derecho a la integridad mental y el derecho a la continuidad psicológica. Por otro lado, el grupo Morningside liderado por Rafael Yuste y Sara Goering proponen, además, regular el derecho al libre acceso a las neurotecnologías, el derecho al neuromejoramiento, la protección contra sesgos algorítmicos, el derecho a la privacidad mental y el derecho a la integridad mental. La propuesta de los segundos sería constitucionalizar los neuroderechos, protegerlos como derechos constitucionales emergentes y eventualmente como derechos fundamentales en Chile, resume L. E. Vasques Leal [Vásques, 2022].

La Comisión Desafíos del Futuro del Senado chileno presentó dos proyectos normativos que buscan

regular neuroderechos: un proyecto de ley de neuroprotección y un proyecto de reforma constitucional. La Sala del Senado aprobó el 23 de septiembre de 2021, el informe evacuado por la comisión mixta sobre el Proyecto de Reforma Constitucional que modifica el Artículo 19.1 de la Carta Fundamental para:

«Proteger la integridad y la indemnidad mental de los avances y capacidades desarrolladas por la tecnología».

El mencionado proyecto constaba de un Artículo único para añadir un inciso al Artículo 19.1. La redacción inicial, que fue modificada:

«Propuesta de norma Constitucional. Establece deberes del Estado en relación al desarrollo científico y tecnológico y reconoce constitucionalmente los neuroderechos: Ninguna autoridad o individuo podrá, por medio de cualquier mecanismo tecnológico, aumentar, disminuir o perturbar dicha integridad individual sin el debido consentimiento. Solo la ley podrá establecer los requisitos para limitar este derecho, y los requisitos que debe cumplir el consentimiento en estos casos».

Concluye la propuesta de Norma Constitucional:

«Es deber del Estado velar para que el desarrollo científico y tecnológico esté al servicio de la persona humana, asegurar a todos el acceso equitativo a sus beneficios y proteger a los individuos contra todo daño a su integridad física y psíquica. La ley regulará el uso de las neurotecnologías, protegiendo los derechos de las personas a la individualidad, a la privacidad mental, a la libre decisión, a la equidad del aumento cognitivo y a que los algoritmos usados por la inteligencia artificial estén libres de sesgos».

El senador Guido Girardi [Mostrador, 2021], entonces presidente de la Comisión Desafíos del Futuro, señaló que:

«Esta es una iniciativa frontera políticamente transversal y en ella han participado diversas instituciones políticas, académicas y científicas chilenas e internacionales. Es, tal vez, la ley con respaldo más amplio a nivel mundial [...] El proyecto nació por una propuesta de Rafael Yuste, que vino a tres Congresos Futuros, y nos alertó de la necesidad de crear este proyecto para una sociedad que está siendo cambiada agresivamente por una era tecnológica que nos lleva a habitar un mundo virtual, en el que la geopolítica se disputará en los cerebros humanos que es donde están los datos que mueven esta nueva era digital; el cerebro humano es el principal espacio de disputa geopolítica del futuro, porque su cableado se traduce en algoritmos más potentes: quién desarrolle la Inteligencia Artificial más poderosa va a tener el control del futuro. Por ello decidimos crear un nuevo derecho humano que proteja la actividad síquica y cerebral de las personas y garantice que las neurotecnologías serán usadas para el bien de la humanidad y no para su manipulación».

El 14/octubre/2021 Sebastián Piñera, presidente de la República, promulgó la Ley 21.383 que modifica la Carta Fundamental, para establecer el desarrollo científico y tecnológico al servicio de las personas.

«Teniendo presente que el H. Congreso Nacional ha dado su aprobación al siguiente proyecto de reforma constitucional, iniciado en moción de los Honorables senadores señor Guido Girardi Lavín [...] Proyecto de reforma constitucional: Artículo único – Modifícase el número 1º del artículo 19 de la Constitución Política de la República, de la siguiente forma: 1) Reemplácese, en el actual párrafo final, el punto y coma por un punto y aparte. 2) Agréguese el siguiente párrafo final, nuevo: “El desarrollo científico y tecnológico estará al servicio de las personas y se llevará a cabo con respeto a la vida y a la integridad física y psíquica. La Ley regulará los requisitos, condiciones y restricciones para su utilización en las personas, debiendo resguardar especialmente la actividad cerebral, así como la información proveniente de ella”».

4. Neuroética. Para Luis Vásques una de las características de los neuroderechos es que, además de su componente jurídico tienen una dimensión ético-moral. La neuroética es una parte de la bioética que surge de la reflexión y deliberación de los conocimientos adquiridos con el progreso de la neurociencia, su relación con la mente humana, su impacto en el comportamiento y la identidad del propio ser. La neuroética comprende aspectos científicos, filosóficos, sociales, legales y políticos del propio conocimiento científico y sus funciones surgen de la investigación. Ofrece una oportunidad de tener una visión multidisciplinaria entre aspectos filosóficos y puramente científicos.

La neuroética busca cuestionar, reflexionar y dirigir el uso y la aplicación de la neurotecnología en seres humanos. Es una disciplina emergente que debate sobre los aspectos éticos, legales, sociales y culturales de los avances en neurociencia y neurotecnología que tiene cada vez más relevancia en la ciencia actual. Proyectos como BRAIN y HBP le otorgan un papel central a esta disciplina [Goering et al., 2016].

Esta disciplina constituye un aspecto central para dichos proyectos y así lo contempla la *Declaration of Intent to Create an International Brain Initiative* [IBI, 2017]: «Se necesita el Mundo para comprender el Cerebro», propuesta hecha por representantes de la actual y emergente investigación cerebral, en una reunión celebrada en Canberra en diciembre de 2017, «Declaración de Canberra»:

«Las iniciativas reconocen que solo pueden impactar significativamente en la sociedad si los esfuerzos son integrados y en cooperación con sus partes interesadas: gobierno, academia, industria, y los ciudadanos, en concreto también los pacientes y los empresarios. Las iniciativas también entender su misión de involucrar y beneficiar al mundo en desarrollo».

Aunque con antecedentes, fue en el encuentro *Neuroethics: Mapping the Field* [Cerebrum, 2002], organizado por la Fundación Dana, cuando la neuroética emerge como una disciplina para reflexionar sobre dilemas éticos, legales y sociales que emergen como producto de los avances neurocientíficos. La neuroética aporta valiosos postulados para el análisis del vínculo entre la mente-cerebro y las repercusiones que tiene el uso de las tecnologías. Un ejemplo del aporte de la neuroética al estudio de los neuroderechos es, para Vásques, una eventual regulación de la figura del libre albedrío, uno de los aspectos que se busca regular.

En sintonía con lo anterior -continúa L. Vásques-, se puede afirmar que la neuroética tiene el potencial

de brindar importantes aportes para la delimitación conceptual de los neuroderechos. Al realizar un análisis conceptual de categorías normativas como libertad, libre albedrío, privacidad mental, neurodatos y neuromejoramiento cognitivo, entre otros, permitiría conformar marcos normativos e interpretativos que brinden una neuroprotección efectiva a las personas. Además, la neuroética permite reflexionar sobre los riesgos del uso de las neurotecnologías para establecer alcances, límites y el contenido esencial de los neuroderechos.

Es necesario establecer un diálogo entre la academia, gobiernos, corporaciones y público en general, para delimitar lo que es poner en peligro la libertad individual y el bien social. También debe incluir los riesgos y beneficios de los objetivos transhumanistas, como la criopreservación cerebral postmortem, la expansión de los sentidos humano mediante interfaces cerebro-computadora, la comunicación cerebro-cerebro o los implantes cerebrales para inactivar el dolor o el sufrimiento. Farahany llama a una vigilancia prudente y a una deliberación democrática, sobre las repercusiones sociales de la neurotecnología [Muñoz, 2019].

Conclusión.

Investigadores de diversas disciplinas discuten las implicaciones éticas, legales y sociales de la neurotecnología. Debe recordarse la investigación de dos pioneros en la estimulación cerebral, entre las décadas de 1950 y 1970, José M. Rodríguez Delgado y Elliot S. Valenstein. Delgado, comenta S. Schleim [Schleim, 1969] incluso formuló la idea «hacia una civilización psicocivilizada», donde la estimulación cerebral se utiliza para controlar, en particular, ciudadanos con comportamientos violentos y agresivos. Valenstein, al contrario, cree que el cerebro no está organizado de manera que permita el control de procesos negativos sin, a la vez, disminuir otros comportamientos. Entre todos los derechos, los grupos de Yuste y Goering e Ienca y Andorno, priorizan la privacidad mental. En suma [García-Lopez *et al.*, 2021], tanto la neurolegislación como los neuroderechos son nociones centrales que no pueden ser ignoradas. Un análisis en profundidad de estos desafíos conceptuales implica tareas prácticas difíciles, pero urgentes. También debemos pensar en el futuro cercano y preparar a los abogados de las próximas décadas. Deben ser capaces de afrontar estos fenómenos con un mayor conocimiento específico. *La Batalla por Su Cerebro* es, ante todo, un reclamo para expandir los Derechos Humanos; conseguir que incluyan la «libertad cognitiva», un derecho enunciado en 2004 por Wrye Sententia [Sententia, 2004] como «nuestra autonomía sobre la química de nuestro propio cerebro». Rafael Yuste propone un principio que remeda el modelo médico [AMM, 2022], introduciendo un «Juramento Tecnocrático». En resumen, ¿qué son los neuroderechos? ¿A quién pertenecen? ¿al cerebro, a cada persona, a su mismidad, a las personas...? ¿No son todas estas «pertenencias» al mismo «objeto» formado por una miríada de neuronas y un cableado aún más complejo?, o ¿pertenecen a la sociedad? Debemos ser conscientes -al inicio quedó plasmado- que la técnica siempre va por delante de los «temores» sociales. También, habrá que buscar nuevas aplicaciones a las viejas palabras o «inventar» conceptos y sus correspondientes voces que se adecuen a las recientes situaciones y de aquellas que se vislumbran. Habrá que aumentar y enriquecer nuestro vocabulario. ¿Estará la sociedad preparada?

Referencias bibliográficas.

- Amadei, G., Handford, C.E., Quiu, C. [...] Shendure, J., Glover, D.M., Zernicka-Goet, M. (2022). Embryo model completes gastrulation to neurulation and organogenesis. *Nature* 610 (7930): 143-153.
- AMM. (2022). Asociación Médica Mundial, *Declaración de Ginebra*, 15 julio.
<https://www.wma.net/es/policies-post/declaracion-de-ginebra/>
- Berg, P., Baltimore, D., Brenner, S., Roblin, R. O., Singer, M. F. (1975). Summary statement of the Asilomar conference on recombinant DNA. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 72 (6): 1981-184.
- Bostrom, N. (2005). A history of transhumanist thought. *Journal of Evolution and Technology* 14:1
- Camara. (2022). Camara Dos Diputados. *Projeto de Lei*. PL 522/2022.
<https://www.camara.leg.br/propostas-legislativas/2317524.2>
- Carta. (2022). Carta de Derechos de la Persona. México. Entorno Digital. *Código de Buenas Prácticas*.
https://www.infocdmx.org.mx/doctos/2022/Carta_DDigitales.pdf
- Cerebrum. (2002). Neuroethics: Mapping the Field. *Conference Proceedings San Francisco, CA*, Dana Foundation.
- Charpentier, E. (2018). No debemos usar la edición genética para crear humanos mejorados. *El País* (Nuño Domínguez), 1 octubre.
- CIPD. (1994). Programa de Acción. *Conferencia Internacional sobre la Población y el Desarrollo*. El Cairo, 5-13 sept.
- Diputados. (2022). Diputados Argentina. *Proyecto de Ley*.
<https://www.hcdn.gob.ar/proyectos/proyecto.jsp?exp=0339-D-2022>
- Farahany, N. A. (2023). *The Battle for Your Brain. Defending the Right to Think Freely in the Age of Neurotechnology*. Nueva York: St. Martin's Press.
- Gafford, R. (1958). The operational potential of subliminal perception. *Historical Document*, CIA created 4/1/1958.
- Gaite, C. M. *El Cuento de Nunca Acabar (Apuntes sobre la narración, el amor y la mentira)*. Madrid: Ediciones Siruela, 1983.
- García-López, E., Muñoz, J. M., Andorno, R. (2021). Editorial: Neurorights and mental freedom: Emerging challenges to debates on human dignity and neurotechnologies. *Frontiers in Human Neuroscience* 15: 823570.
- Genser, J., Herrmann, S., Yuste, R (2022). *International Human Rights Protection Gaps in the Age of Neurotechnology*, NeuroRights Foundation, May 6.
- Gilbert, F., Viaña, J. N. M., Ineichen, C. (2021). Deflating the 'DBS causes personality changes' bubble. *Neuroethics* 14 (Suppl. 1): 1-17.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s12152-018-9373-8>
- Goering S. & *The Morningside Group*. (2021). Recommendations for responsible development and application of neurotechnologies. *Neuroethics* 14: 365-386.

- Goering, S., Yuste, R. (2016). On the necessity of ethical guidelines for novel neurotechnologies. *Cell* 167 (4): 882-885.
- Guillén, B. (2019) *OpenMind-BBVA*
- HBP. (2013). *Human Brain Project*.
<https://www.humanbrainproject.eu/en/>
- Hegel, G. F. (1820). Prefacio, *Fundamentos de la filosofía del Derecho*. Buenos Aires: Editorial Claridad. Biblioteca Filosófica, 1937. vol. 5, 36-37.
- Hertz, N. (2023). Neurorights – Do we need new human rights? A reconsideration of the rights to freedom of thought. *Neuroethics* 16, 5.
- IBI. (2017). *International Brain Initiative*.
<https://www.internationalbraininitiative.org/>
- Ienca, M., Anforino, R. (2017). Towards new human rights in the age of neuroscience and neurotechnology. *Life Sciences, Society and Policy* 13: 5.
- ISSCR (2021). *ISSCR Guidelines for Stem Cell Research and clinical Translation*. International Society for Stem Cell Research.
- Karremans, J. C., Stroebe, W., Claus, J. (2006). Beyond Vicary's fantasies: The impact of subliminal priming and brand choice. *Journal of Experimental Social Psychology* 42 (6): 792-798.
- Kean, T. H. (Gobernador de New Jersey) (1991). Making the link between Science and Politics. David Jarmul, ed. *Headline News, Science Views*, Washington, D.C.; 16-18.
- Lander, S. E. (2016). The heroes of CRISPR. *Cell* 164 (1-2): 18-28.
- Leshner, A. L. (2005). Where Science Meets Society. *Science* 307 (5711): 815.
- Martín, B. (2019). Cuatro grandes avances de la historia de la neurotecnología. *OpenMind BBVA-Ventana al conocimiento*.
<https://www.bbvaopenmind.com/ciencia/biociencias/cuatro-grandes-avances-de-la-historia-de-la-neurotecnologia/>.
- MIT (Massachusetts Institute of Technology). (2011). *The Third Revolution: The Convergence of the Life Sciences, Physical Sciences, and Engineering*. Washington, DC: MIT Washington Office.
- Milton, J. (1634). *Comus. A Masque Presented at Ludlow Castle*. London: Humphrey Robinson, 1637.
- Mostrador, El. (2021). Chile en la historia mundial: primer país que tendrá ley de neuroderchos. *El Mostrador Cultural* 23 septiembre.
- Muñoz, J. M. (2019). Chile – right to free will needs definition. *Nature* 574: 634.
- Muñoz, J. M. (2023). Achieving cognitive liberty. Neurotechnologies necessitate new thinking on human rights. *Science* 379 (6636): 989.

Nirenberg, M. W. (1967). Editorial: Will Society Be Prepared? *Science* 157 (3789): 633.

NYSCF (2022). *The New York Stem Cell Foundation. 2022 in Review.*

Obama, B. H. (2013). *Remarks by the President in the State of Union Address* (Feb. 12)

<https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/2013/02/12/remarks-president-state-union-address>

OMS (2018) Recomendaciones sobre prácticas seleccionadas para el uso de anticonceptivos, 3ª ed. *Departamento de Salud Reproductiva e Investigaciones Conexas*. Organización Mundial de la Salud. Genève, Suiza.

Parlamento. (2023). Parlamento Latinoamericano y Caribeño. *Declaración-neuroderechos.*

<https://parlatino.org/comision-de-seguridad-ciudadana-combate-y-prevencion-al-narcotrafico-terrorismo-y-crimen-organizado/declaracion-neuroderechos/>

Pham, U., Solbakk, A-K., Skogseid, I-M., Toft, M. Propp, H. A., Konglund, A. E., Andersson, S., Haraldsen, I. R., Aarsland, D., Dietrichs, E., Malt, U. F. (2015). Personality changes after deep brain stimulation in Parkinson's disease. *Hindawi Publishing Corporation-Parkinson's Disease* article ID 490507: 1-7.

Papa Pablo VI declara su oposición a su utilización como anticonceptivo -de la «píldora»- en la encíclica *Humanae Vitae*, 1968.

Sakowski, S. A., Chen, K. S. (2022). Stem cell therapy for central nervous system disorders: Metabolic interactions between transplanted cells and local microenvironments. *Neurobiology of Disease* 173: 105842.

Satava, R. M. (2003). Biomedical, ethical, and moral issues being forced by advanced medical technologies. *Proceedings of the American Philosophical Society* 147 (3): 246-58.173:

Schleim, S. (2021). Neurorights in history: A contemporary review of José M. R. Delgado's 'Physical control of the mind' (1969) and Elliot S. Valenstein's 'Brain control' (1973). *Frontiers in Human Neurosciences* 15: 703308.

Sententia, W. (2004). Neuroethical considerations: cognitive liberty and converging technologies for improving human cognition. *Annual New York Academy of Sciences* 1013: 221-228.

Sharp, P., Jacks, T, Hockfield, S. eds. (2016). *Convergence: The Future of Health*. Washington, DC: MIT Washington Office.

Tarazi, S., Aguilera-Castrejon, A., Joubran, C. [...] Maza, I., Novershtem, N., Hanna, J. H. (2022). Post-gastrulation synthetic embryo generated *ex utero* from mouse naïve ESCs. *Cell* 185 (18): 3290-3306.

UN. (2022). United Nations. General Assembly. *Human Rights Council*. Fifty-first session. 12 Sept.-7 Oct. Resolution adopted by the Human Rights Council on 6 October 2022. 51/3. *Neurotechnology and human rights*. <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/G22/525/01/PDF/G2252501.pdf?OpenElement>.

Vásquez Leal, L. E. (2022). Neuroderechos, Constitución y neuroética; Aportes de la neuroética al proceso de constitucionalización de los neuroderechos en Chile. *Anuario de Derechos Humanos* 18 (1): 121-136.

Watson, J. D., Crick, F. H. C. (1953). Molecular structure of nucleic acids. A structure for deoxyribose nucleic acid. *Nature* 171 (4356): 737-738.

Weatherall, D. (1995). *Science and the Quiet Art. Medical Research & Patient Care*. Oxford, Tokyo, Melbourne: Oxford University Press; 347.

Yuste, R., Goering, S. & The Morningside Group. (2017). Four ethical priorities for neurotechnologies and AI. *Nature* 551 (7679): 159-163.

Agradecimientos.

A José Manuel Muñoz Ortega, Tomás de la Quadra-Salcedo Fernández del Castillo y Rafael Yuste, por su lectura y comentarios.

Nota.

El presente trabajo es una revisión de la ponencia ««Neuroderechos: una panorámica», presentada en el Panel 5.2 del IX CILE, Cádiz, 27-30 marzo 2023.
