

UNA APROXIMACIÓN A LAS NEUROTECNOLOGÍAS

Avances, ética y regulación de los
neuroderechos

Autores

María Virginia Cáceres

Enrique Majul

Virginia Palmero

Ana Inés Perea

Carolina Vicario

9

COLECCIÓN
ETHOS

CENTRO DE BIOÉTICA



María Virginia Cáceres

Magíster en Relaciones Internacionales (Universidad Nacional de Córdoba [UNC]). Especialista en Derecho Judicial y de la Judicatura (Universidad Católica de Córdoba [UCC]). Abogada y Notaria (UCC). Titular de Derechos Humanos y Seminario de Bioética y Bioderecho. Secretaria del Centro de Bioética de la UCC.

Enrique Alberto Majul

Doctor en Medicina. Decano de la Facultad de Ciencias de la Salud de la UCC. Director de la Maestría en Nutrición y Diabetes de la UCC. Director Académico de la Clínica Universitaria Reina Fabiola (CURF). Jefe del Servicio de Diabetes y Nutrición de la CURF.

Virginia Palmero

Abogada (UNC). Magíster en Derecho Civil Patrimonial (UNC). Asistente a magistrado en el Poder Judicial de la Provincia de Córdoba.

Ana Inés Perea

Especialista en Derecho Judicial y de la Judicatura (UCC). Abogada (UNC). Prosecretaria Letrada del Juzgado en lo Civil Comercial, Conciliación y Familia de Villa Carlos Paz. Adscripta al Centro de Bioética de la UCC.

Carolina Vicario

Especialista en Derecho Judicial y de la Judicatura (UCC). Abogada y Notaria (UCC). Abogada litigante.

Una aproximación a las neurotecnologías : avances, ética y regulación de los neuroderechos / María Virginia Cáceres ... [et al.]. - 1a ed - Córdoba : EDUCC - Editorial de la Universidad Católica de Córdoba, 2024.
Libro digital, PDF - (Ethos / 9)

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-626-551-5

1. Derecho. 2. Bioética. 3. Ética. I. Cáceres, María Virginia.
CDD 340.112

Colección Ethos
Volumen 9. Una aproximación a las neurotecnologías
Centro de Bioética de la Universidad Católica de Córdoba

De esta edición:

Copyright © 2024 by Editorial de la Universidad Católica de Córdoba.

Maquetación interior y arte de tapa: Gabriela Callado.



La presente obra se publica bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar.

© EDUCC - Editorial Católica de Córdoba.



Obispo Trejo 323. X5000IYG
Córdoba. República Argentina
Tel./Fax: +(54-351) 4286171
educ@ucc.edu.ar - libros.ucc.edu.ar



UNA APROXIMACIÓN A LAS NEUROTECNOLOGÍAS

Avances, ética y regulación de los
neuroderechos

Autores

María Virginia Cáceres

Enrique Majul

Virginia Palmero

Ana Inés Perea

Carolina Vicario

ÍNDICE

Capítulo 1. Las neurotecnologías.....	3
1.1 El auge del cerebro en el siglo XXI.....	3
1.2 La neurociencia y las neurotecnologías	5
1.3 Estado actual de avance de las neurotecnologías	7
1.4 En síntesis	20
Capítulo 2. Marco normativo neurotecnologías.....	22
2.1 Introducción	22
2.2 El marco normativo internacional	23
2.2.a Recomendación sobre innovación responsable en neurotecnología adoptada por el Consejo de la OCDE (11 de diciembre de 2019).....	23
2.2.b Impulsos normativos desde el marco de la UNESCO	26
2.2.c Ley modelo de neuroderechos para América Latina y el Caribe	42
2.2.d Las neurotecnologías en el marco de la OEA	44
2.2.e Impulsos normativos desde la Unión Europea: Declaración de León sobre Neurotecnología, un enfoque centrado en la persona y basado en los derechos humanos	46
2.3 Algunas proyecciones locales	47
2.3.a Argentina	47
2.3.b Chile	52
2.3.c España.....	52
2.3.d México	53
2.3.e Perú.....	54
2.4 Conclusión	54
Capítulo 3. Las neurotecnologías aplicadas a la medicina: situación actual y perspectivas.....	56
3.1 Situación actual de las neurotecnologías	56
3.2 Limitaciones actuales de la neurotecnologías	58
Referencias bibliográficas	61

CAPÍTULO 1

LAS NEUROTECNOLOGÍAS

1.1 EL AUGE DEL CEREBRO EN EL SIGLO XXI

El uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) está teniendo un impacto transformador en las sociedades, economías y el desarrollo de los países. Este impacto se extiende a través de todas las áreas científicas y sociales. En el camino del desarrollo científico, médico y tecnológico, el estudio del cerebro humano ha desempeñado un papel preponderante.

El siglo XXI se ha caracterizado por un interés creciente y un enfoque significativo en el estudio del cerebro. Esto no solo se debe a los esfuerzos de investigadores y organizaciones privadas, sino también a programas gubernamentales. En 1990, el presidente de los Estados Unidos, George Bush, anunció el inicio de la “Década del Cerebro”, y programas similares se implementaron en Europa y otras partes del mundo.

Sin embargo, estas declaraciones y programas iniciales marcaron solo el comienzo de un período significativo de avances en la investigación cerebral. En 2013, se presentó la iniciativa “The Human Brain Project” en la Unión Europea, y, al año siguiente, el expresidente Barack Obama anunció la ambiciosa iniciativa “BRAIN” (Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies). El objetivo de esta última iniciativa es mapear la actividad de las neuronas en el cerebro humano, una tarea altamente compleja si consideramos que un cerebro promedio contiene alrededor de 85 mil millones de neuronas y puede establecer aproximadamente 100 billones de sinapsis y conexiones. También se han desarrollado iniciativas similares en países como Australia, China, Japón, Canadá, Corea e Israel. En conjunto, estas acciones reflejan el creciente interés y la inversión a nivel mundial en la investigación del cerebro y el avance de la neurociencia (Bringas, 2023).

La neurociencia cobró popularidad a partir de empresas como Neuralink, cofundada por el empresario Elon Musk, que desarrolla neurotecnologías e interfaces cerebro-computadora (Vásquez Leal, 2022, p. 125). La empresa fabrica chips que buscan conectar la inteligencia biológica con la inteligencia artificial. El interés académico tiene basamento en la innovación y el desarrollo. Es que existe una relación simbiótica entre el desarrollo tecnológico y el estudio del funcionamiento del cerebro humano.

Por una parte, entender cómo funciona el cerebro ha sido una fuente de inspiración para la inteligencia artificial y la informática. Los avances en la neurociencia han proporcionado información valiosa sobre cómo procesamos información, razonamos y tomamos decisiones. Esta comprensión ha llevado al desarrollo de modelos com-

putacionales que intentan emular la forma en que funciona el cerebro, dando lugar a la inteligencia artificial conexionista. Estos modelos se basan en redes neuronales artificiales que imitan la estructura y función de las neuronas en el cerebro. La replicación del cerebro en programas computacionales ha llevado a avances significativos en campos como el procesamiento del lenguaje natural, la visión por computadora, la toma de decisiones y el aprendizaje automático. Esto tiene aplicaciones en áreas que van desde la robótica hasta la asistencia médica y la automoción (Borbón Rodríguez et al., 2020, p. 140).

Por otra parte, se está avanzando en estudios de neurotecnologías para comprender y manipular el sistema nervioso y el cerebro para tratar enfermedades y mejorar la calidad de vida de las personas. Estas tecnologías van desde la estimulación cerebral profunda hasta interfaces cerebro-computadora. La estimulación cerebral profunda, por ejemplo, se utiliza en el tratamiento de trastornos neurológicos como el Parkinson y la depresión, mejorando la calidad de vida de quienes la padecen. Las interfaces cerebro-computadora permiten a las personas con discapacidades comunicarse y recuperar funciones motoras, lo que aumenta su independencia y calidad de vida. Además, la optogenética y la ingeniería genética están explorando la posibilidad de modificar genéticamente las neuronas para tratar enfermedades y trastornos mentales.

Esta simbiosis entre el cerebro y la tecnología representa una oportunidad única para mejorar nuestra comprensión del cerebro y su funcionamiento, así como para abordar problemas de salud y calidad de vida.

Si bien las investigaciones del cerebro están íntimamente vinculadas con el progreso, a su vez, conllevan numerosos riesgos en relación a la intimidad y privacidad de las personas. El incremento exponencial del conocimiento de la mente, invita a cuestionar si será posible acceder a los datos sensibles de quienes se someten a algún tipo de neurotecnología, tales como datos neurales, los patrones de comportamiento, las reacciones ante determinados estímulos, hasta conocer los pensamientos privados de las personas (Bastidas Cid, 2021, p. 103).

Se ha llegado a sostener que, en un futuro no tan lejano, el avance de neurociencias y posibilidad de comprensión del cerebro humano será de tal magnitud que permitirá dirigir la voluntad del hombre (Borbón Rodríguez et al., 2020, p. 136).

Por lo tanto, en este novedoso contexto, resulta necesario determinar en primer lugar, en qué consisten la neurociencia y las neurotecnologías, como también, identificar los avances en la relación cerebro-ordenador para dilucidar sus características principales y los posibles riesgos que conlleva su empleo. Ello con el objeto de pensar normativamente diversos modelos de regulación cuyo fin último sea promover la protección de los derechos humanos. En este camino, esta primera etapa de la investigación procura hacer una aproximación al estado de avance de las neurotecnologías, su regulación y una presentación de su aplicación al campo de la medicina.

1.2 LA NEUROCIENCIA Y LAS NEUROTECNOLOGÍAS

Como se sugirió en la introducción, el primer paso para entender los potenciales riesgos existentes en el desarrollo de tecnologías vinculadas al cerebro, es familiarizarse con las neurotecnologías. Se trata de ciencias incipientes, en desarrollo, por lo que no existen definiciones técnicas arraigadas. Por ello, intentaremos aproximarnos al objeto de estudio, sin pretender conceptualizaciones exhaustivas.

El cerebro es un órgano extraordinariamente intrincado, con más de ochenta mil millones de células nerviosas, que desencadena la percepción sensorial a través de los procesos de neurotransmisión. La neurociencia, como disciplina científica, ha contribuido significativamente a desentrañar los misterios de la mente al demostrar que pensamientos, percepciones y emociones son resultados directos de la interconexión de neuronas, un fenómeno conocido como sinapsis. Aunque aún no se comprende completamente cómo el cerebro crea la mente, los científicos coinciden en que la complejidad de este órgano se manifiesta a través de interacciones neuroquímicas a nivel sináptico en las redes neuronales.

La neurociencia, en definitiva, trabaja para comprender el cerebro y su funcionamiento. El diccionario médico de Stedman define esta disciplina como la ciencia que se encarga de estudiar el desarrollo, la estructura, la función, la química, la farmacología y la patología del sistema nervioso del ser humano, explorando la arquitectura del cerebro y las funciones propias de la actividad cerebral (Stedman, 2000).

Desde una perspectiva interdisciplinaria las neurociencias se pueden definir como “el conjunto de ciencias y disciplinas científicas y académicas que estudian el sistema nervioso, centrandó su atención en la actividad del cerebro y su relación e impacto en el comportamiento” (Reguera Andrés y Cayón de las Cuevas, 2021, p. 214). Asimismo, las Neurociencia pueden ser conceptualizada como aquella rama de la ciencia médica responsable del estudio interdisciplinar del sistema nervioso (Ruiz Martínez-Cañavate, 2015).

Esta área de investigación abarca una amplia gama de subdisciplinas, incluyendo, pero no limitándose a “la neurobiología, neurofisiología, neuropsicología, neuroquímica, neuroanatomía, neuromarketing, neuroliderazgo, neuroeconomía, neuromanagement, neurogenética, neurociencia computacional”. Despierta, igualmente, interés para diferentes disciplinas entre las que se encuentran el derecho, la filosofía y la ética (Araya-Pizarro y Espinoza Pastén, 2020).

Aunque la neurociencia y la neurobiología, suelen ser utilizados se puede hacer una distinción centrándose en la inclusión de la neuroimagen como elemento diferenciador. Desde esta perspectiva, la neurobiología se enfoca únicamente en el estudio de la biología del sistema nervioso, excluyendo áreas como la neuroimagen (Ruiz Martínez Cabañete, 2015).

Conforme esta visión, la neurociencia, en su amplitud e interdisciplinariedad, abarca no sólo la biología del sistema nervioso sino también herramientas y técnicas adi-

cionales, como la neuroimagen. La neuroimagen, que incluye tecnologías como la resonancia magnética funcional (fMRI), la tomografía por emisión de positrones (PET) y la electroencefalografía (EEG), permite visualizar y mapear la actividad cerebral en tiempo real. Este enfoque ampliado de la neurociencia no se limita a comprender los aspectos biológicos, sino que busca también explorar la función cerebral y la relación entre la estructura cerebral y la actividad mental.

En otras palabras, la neurociencia se ocupa de investigar el sistema nervioso desde diversas perspectivas y disciplinas, mientras que la neurobiología se centra específicamente en los aspectos biológicos del sistema nervioso. Esta distinción resalta la amplitud y la interdisciplinariedad de la neurociencia en comparación con la neurobiología más enfocada en la biología pura del sistema nervioso (Narváez Mora, s.f.).

Las neurotecnologías, por su parte, se pueden definir como “el conjunto de métodos e instrumentos que permiten una conexión directa de dispositivos técnicos con el sistema nervioso” (Müller, O. y Rotter, S. 2017, como se cita en Roberts, 2019, p. 2).

Su alcance abarca “cualquier tecnología dirigida al estudio del encéfalo o a la mejora de su función con el fin de proveer de herramientas eficaces tanto a la investigación como a las tareas clínicas de diagnóstico, tratamiento y mejora” (Borbón Rodríguez et al., 2020, p. 137).

Además, puede afirmarse que la neurotecnología incluye los métodos que se utilizan para registrar o modificar directamente la actividad del cerebro humano, posicionándose como una fuente emergente de avances médicos y científicos, desarrollo económico, en especial, en relación al funcionamiento del consumo y la demanda (Genser et al., 2022, p. 4).

En base a los conceptos mencionados, se advierte que la relación cerebro-dispositivo electrónico se presenta como el elemento clave para definir a las neurotecnologías. El objetivo que comparten la mayoría de estas técnicas es lograr una interfaz de conexión entre el cerebro y un dispositivo computarizado, con la capacidad de responder en tiempo real, aprender, adaptarse y operar de manera integrada (Roberts, 2019, pp.2-3).

A esta relación o interfaz se la denomina como “Brain-Computer Interface” (BCI) y contiene tres elementos. En primer lugar, se requieren sensores conectados al sistema nervioso, capaces de recibir y/o enviar señales. Estos actúan como los puntos de entrada y salida que facilitan la comunicación entre el cerebro y la tecnología. En segundo lugar, se hace imprescindible un sistema de procesamiento que tenga la capacidad de distinguir e interpretar las señales provenientes del sistema nervioso. Este componente, a menudo denominado decodificador, desempeña un papel crítico al traducir la información neural en comandos comprensibles para el dispositivo (Monasterio Astobiza et al., 2019, p. 31). Finalmente, el tercer elemento es un dispositivo, también conocido como actuador o factor, que tiene la responsabilidad de llevar a cabo la acción deseada en el mundo real (Roberts, 2019). La eficacia y el éxito de las neurotecnologías dependen de la sinergia armoniosa de estos tres componentes, permitiendo así una comunicación fluida y bidireccional entre el cerebro y la tecnología. El objetivo es que esta interfaz

BCI se convierta en una extensión natural y eficiente del sistema nervioso, potenciando la capacidad humana de interactuar de manera directa y colaborativa con el mundo digital que nos rodea.

Debe destacarse en esta instancia, el papel desempeñado por la inteligencia artificial en el avance de las neurotecnologías, toda vez que se presenta como la herramienta idónea a los fines de procesar, identificar las conexiones del cerebro con los estímulos, analizarlos, copiarlos y repetirlos.

En este contexto, ha surgido la neuroinformática, una disciplina que tiene como objetivo recopilar la máxima cantidad de información para crear una cartografía que permita comprender el funcionamiento de los diversos niveles del cerebro (Cáceres Nieto et al., 2021, p. 12). Es un campo esencial, que utiliza la inteligencia artificial para procesar grandes conjuntos de datos neuronales y generar representaciones detalladas del complejo entramado cerebral (Yuste, 2019, p. 15).

Esta sinergia entre inteligencia artificial y neuroinformática no solo facilita la interpretación de los datos cerebrales, sino que también allana el camino para avances significativos en la comprensión de la mente y el desarrollo de tecnologías más precisas y eficientes en el ámbito de las neurotecnologías. En definitiva, este enfoque interdisciplinario abre nuevas perspectivas para la mejora de la salud cerebral y la expansión de nuestras capacidades cognitivas.

1.3 ESTADO ACTUAL DE AVANCE DE LAS NEUROTECNOLOGÍAS

En la vanguardia de la convergencia entre cerebro, ciencia y tecnología, las neurotecnologías han emergido como un campo de estudio dinámico y prometedor de notable interés. Es que el cerebro es el órgano más complejo e incógnito del cuerpo humano. Bajo este contexto, intentaremos centrarnos en algunas de las ramas más significativas de las neurotecnologías. No sin reconocer que estas áreas específicas, aunque relevantes, constituyen solo una parte de la complejidad y diversidad del objeto de estudio.

La exploración de la mente humana y su interfaz con la tecnología ha generado diversas disciplinas, desde la interfaz cerebro-computadora hasta la neuroinformática y más allá. A nuestro criterio, las seis más relevantes son la neurociencia cognitiva, neuroimagen, neuroplasticidad, conectoma, neurotecnología y la ciencia de la conciencia.

Mientras nos adentramos en la investigación advertimos que las ramas seleccionadas para este análisis representan tan solo una fracción del espectro completo de las neurotecnologías. Cada una de estas disciplinas contribuye a tejer un tapiz complejo, revelando las intrincadas interconexiones y sinergias entre el cerebro y las herramientas tecnológicas.

En este entendimiento, se explorarán seguidamente estas neurotecnologías, con un enfoque de proyección de los eventuales riesgos éticos y jurídicos que podrían dar ori-

gen al reconocimiento de nuevos derechos. No obstante, es imperativo hacer hincapié en que resulta imposible efectuar una enumeración exhaustiva. El panorama general abarca desarrollos emergentes, enfoques interdisciplinarios y aplicaciones innovadoras que continúan transformando nuestra comprensión del cerebro y que a medida que el cerebro se comunica con las computadoras y viceversa, será necesario reconocer nuevas categorías (Ausín et al., 2020, p. 1).

Neurociencia cognitiva

La neurociencia cognitiva profundiza en cómo el cerebro procesa información, almacena y recupera la memoria, toma decisiones y ejecuta funciones cognitivas complejas.

La Neurociencia Cognitiva es la rama del conocimiento que estudia las relaciones mente-cerebro, los procesos mentales desde un abordaje interdisciplinario (Herrera Ramírez et al., 2004).

Es un nuevo campo que se ha constituido a partir de la convergencia de dos disciplinas que hasta ahora habían llevado rumbos muy alejados: la psicología cognitiva, que estudia las funciones mentales superiores, y la neurociencia, que estudia el sistema nervioso que las sustenta. Esta nueva área científica se centra en el estudio del funcionamiento cerebral con diferentes planos de análisis, desde los aspectos moleculares y celulares hasta la comprensión de funciones mentales como el lenguaje o la memoria. La neurociencia cognitiva intenta dar una respuesta a cómo el cerebro recibe, integra y procesa la información y envía diferentes señales para regular múltiples funciones en el organismo. Abarca la puesta en marcha de la propia conducta como la regulación de distintos mecanismos homeostáticos y de los sistemas endocrino e inmunitario. Asimismo, atendiendo a los niveles más complejos de análisis, se intenta explicar cómo el sistema nervioso no sólo establece un puente de unión entre la información proveniente del medio y la respuesta que el organismo realiza para adecuarse a las demandas cambiantes del entorno, sino que convierte a los seres humanos en lo que son, subyace a sus emociones, a la resolución de problemas, a la inteligencia, al pensamiento, y a capacidades tan humanas como el lenguaje, la atención, o los mecanismos de aprendizaje y memoria (Ripoll, 2014).

Algunos de los temas de estudio comunes en la neurociencia cognitiva incluyen:

Percepción: Investigación sobre cómo el cerebro procesa la información sensorial, como la visión, el oído y el tacto, para percibir el entorno y reconocer objetos y estímulos.

Memoria: Estudio de cómo se almacenan, consolidan y recuperan recuerdos en el cerebro, así como los diferentes tipos de memoria, como la memoria a corto plazo y la memoria a largo plazo.

Lenguaje: Investigación sobre cómo el cerebro comprende y produce el lenguaje, incluyendo áreas cerebrales específicas relacionadas con el procesamiento lingüístico.

Atención y concentración: Estudio de los mecanismos cerebrales involucrados en la atención selectiva, la concentración y la multitarea.

Toma de decisiones: Investigación sobre cómo el cerebro evalúa opciones, toma decisiones y resuelve problemas.

Emoción y regulación emocional: Exploración de cómo las estructuras cerebrales están involucradas en la experiencia y la regulación de las emociones.

La neurociencia cognitiva utiliza una variedad de técnicas de investigación, como la resonancia magnética funcional (fMRI), la electroencefalografía (EEG) y la magnetoencefalografía (MEG), para observar la actividad cerebral mientras las personas realizan tareas cognitivas. Estas técnicas permiten correlacionar la actividad cerebral con los procesos cognitivos, lo que ayuda a comprender mejor cómo funcionan los circuitos cerebrales en relación con la cognición y la conducta (Armony et al., 2012).

Como resultado de esa aplicación, se pretende optimizar las capacidades potenciales neurocognitivas de las personas, mejorando el aprendizaje significativo, el pensamiento superior, el pensamiento crítico, la autoestima y la construcción de valores. La Neurociencia Cognitiva permite en las personas optimizar el procesamiento de la información, desarrollar las inteligencias múltiples, el conocimiento y desarrollo de los sistemas representacionales, el desarrollo de los sistemas de memoria, la generación de significados funcionales, y el desarrollo de inteligencia emocional (Herrera Ramírez et al., 2004).

La Neurociencia Cognitiva, como disciplina científica, se ha comprometido con la exploración profunda de la estructura y funcionalidad del cerebro humano. A través de esta búsqueda incansable, se han desarrollado técnicas con capacidad predictiva vinculadas al funcionamiento de la toma de decisiones, lo cual marca un avance significativo en nuestra comprensión de la mente humana.

Sin embargo, este progreso no está exento de desafíos éticos y riesgos considerables. La posibilidad de manipulación cognitiva de masas sociales se presenta como uno de los riesgos más apremiantes. La capacidad de comprender y prever las decisiones humanas, si no se maneja con cuidado, puede convertirse en una herramienta peligrosa. La falta de control y supervisión adecuados corre el riesgo de desviar el dominio cerebral y mental de las personas, llevando consigo consecuencias no solo individuales, sino también a nivel social.

En particular, se vislumbra el riesgo de violación de la intimidad y la libertad mental sin interferencia externa. La capacidad de la Neurociencia Cognitiva para penetrar en los procesos más íntimos del pensamiento humano plantea preguntas fundamentales sobre la privacidad mental y la libertad de pensamiento. La amenaza de la neurovigilancia, donde la actividad cerebral se convierte en objeto de escrutinio externo, añade un nivel adicional de riesgo a la autonomía individual. La reflexión consciente sobre estos riesgos es esencial para garantizar que los avances científicos se utilicen de manera ética y responsable, preservando la dignidad y libertad de las personas en la era de la neurociencia (*Ethical Issues of Neurotechnology*, 2022).

Neuroimagen

Bajo esta categoría se ubican las tecnologías de neuroimagen como la resonancia magnética funcional (fMRI), la tomografía por emisión de positrones (PET) y la electroencefalografía (EEG), las que han experimentado avances significativos en este siglo. Estas técnicas permiten la adquisición de imágenes en tiempo real del cerebro y han proporcionado valiosa información sobre la actividad cerebral en diversas condiciones y estados mentales.

El empleo de estas tecnologías ha permitido a los investigadores determinar lo que ve una persona al analizar las distintas áreas del cerebro que se activan mientras observa un objeto específico (Ausín et al., 2020, p. 1). Este avance plantea la posibilidad de una comunicación directa con dispositivos electrónicos, sin que la persona deba exteriorizar de algún modo lo que desea comunicar.

A este tipo de comunicación directa se la denomina Brainet y se destacan tres importantes avances. Uno de ellos radica en la investigación llevada a cabo por Ramakrishnan y su equipo en 2015, quienes integraron la información de tres cerebros distintos a los fines de controlar un brazo robótico de manera colaborativa y a distancia (Borbón Rodríguez et al., 2020, p. 138). Asimismo, en el año 2019, se logró que tres personas a través de la comunicación directa de sus cerebros, resolvieran un problema de forma colaborativa en base a la combinación de la electroencefalografía (EEG) para registrar señales cerebrales y la estimulación magnética transcraneal (TMS) (Borbón Rodríguez et al., 2020, p. 138). Además, la Universidad de Pittsburgh logró una conexión indirecta al permitir a Jan Scheuermann, con tetraplejía, controlar un brazo robótico mediante una interfaz neuronal, utilizando sus pensamientos (Vásquez Leal, 2022, p. 126).

Maribel Narváz Mora (2023), en “Derecho e Investigación Neurocientífica: Encuentros en tercera fase” analiza el estado de desarrollo de las neuroimágenes y la posibilidad de leer la mente. En definitiva, entiende que el proceso de obtención de imágenes cerebrales para interpretar la actividad mental a través de la neuroimagen, en particular utilizando la resonancia magnética funcional (RMf), involucra una serie de pasos altamente técnicos y científicos. En resumen, se lleva a cabo de la siguiente manera:

1. Generación de señal BOLD: Para obtener imágenes de RMf, se coloca al sujeto en una máquina de resonancia magnética que utiliza un potente imán. Las neuronas en el cerebro, al igual que otras células, necesitan energía para funcionar. La RMf se basa en la premisa de que las neuronas que participan en un proceso requieren más energía que las que no lo hacen. Esta energía proviene del oxígeno transportado por la hemoglobina en la sangre. La señal BOLD (Blood Oxygen Level Dependent) se deriva de las propiedades magnéticas de la hemoglobina y varía según la cantidad de oxígeno en sangre en una región cerebral. Esto se utiliza como indicador de la actividad neuronal.

2. Establecimiento de situaciones experimentales: Es crucial definir las condiciones que representarán la presencia y ausencia de la función cerebral que se quiere estudiar. Esto implica determinar cómo se encuentra el cerebro en estado de reposo, incluso cuando la persona no está realizando una tarea específica. Esto es fundamental para ob-

tener información sobre el estado basal del cerebro y compararlo con su estado activado durante la realización de una tarea.

3. Eliminación de falsas activaciones y ruido: Durante la obtención de imágenes, es esencial eliminar falsas activaciones y reducir el ruido que puede generar la imagen. Dado que se basa en la agregación de múltiples mediciones de diferentes sujetos, se requiere estandarizar las imágenes y utilizar procesos de normalización y suavización para lograr una combinación de nitidez y precisión en los “vóxeles” (píxeles tridimensionales) de la imagen.

4. Interpretación de la imagen: Los vóxeles con significación estadística se representan con colores específicos, y la relevancia estadística se basa en los parámetros experimentales previamente establecidos. Estos parámetros se obtienen de experimentos que promedian la magnitud de la activación cerebral en la realización de tareas controladas. La interpretación se realiza al superponer un mapa estadístico en una imagen anatómica, lo que permite correlacionar la ubicación en el cerebro con la activación y desactivación de una función.

Es importante destacar que la medición de la actividad neuronal a partir de la señal BOLD constituye una inferencia, ya que no mide la actividad neuronal directamente. La interpretación de las imágenes de RMf es un proceso altamente técnico y complejo que se basa en la comparación de la actividad cerebral en diferentes condiciones experimentales. Por lo tanto, la obtención de imágenes cerebrales y su interpretación son etapas esenciales para comprender la actividad mental, y se requiere un profundo conocimiento científico y técnico para llevar a cabo este proceso de manera efectiva.

El problema de la falta de datos normativos y la transición del grupo al individuo en el contexto de la neuroimagen es una cuestión esencial en la interpretación de las imágenes cerebrales y su aplicación en casos individuales. Aquí se presentan algunos puntos clave:

1. Datos normativos: para utilizar imágenes cerebrales en la evaluación de un individuo, es fundamental contar con datos normativos. Estos datos proporcionan un estándar de referencia al que se puede comparar la actividad cerebral de una persona en particular. Los datos normativos ayudan a determinar si la actividad cerebral de un individuo cae dentro de un rango considerado normal para su grupo de referencia (por ejemplo, personas de la misma edad y género). Esto es esencial para diagnosticar y pronosticar de manera precisa.
2. Problema del paso del grupo al individuo: las imágenes cerebrales a menudo se basan en datos promediados de un grupo de sujetos. Sin embargo, aplicar estas conclusiones de grupo a un individuo en particular puede ser problemático. Cada persona tiene diferencias individuales en la actividad cerebral, lo que hace que la interpretación de imágenes grupales sea limitada en su aplicabilidad a casos individuales.

3. Variabilidad en la actividad cerebral: la variabilidad en la actividad cerebral entre individuos es un desafío significativo. Incluso cuando se observa una mayor actividad en una región cerebral en promedio para una determinada tarea, algunos individuos pueden mostrar resultados atípicos. Esto puede llevar a falsos positivos y negativos al interpretar la actividad cerebral en un individuo específico.
4. Uso clínico vs. cambios conceptuales: la neuroimagen ha demostrado ser valiosa en aplicaciones clínicas, como el diagnóstico y pronóstico de enfermedades neurológicas. Sin embargo, la afirmación de que las imágenes cerebrales pueden “leer la mente” a nivel conceptual es problemática, ya que la conexión entre la actividad cerebral y los estados mentales específicos es compleja y no se presta a una interpretación directa.
5. Conexiones funcionales y conectoma: para abordar el problema del grupo al individuo, la investigación se ha centrado en la construcción de mapas de conexiones funcionales del cerebro. Sin embargo, incluso los conectomas individuales pueden ser altamente flexibles y cambiantes, lo que dificulta la correlación de estas conexiones con estados mentales específicos.

En definitiva, la neuroimagen es una herramienta poderosa para comprender la actividad cerebral, pero la transición del grupo al individuo y la interpretación de estados mentales a partir de imágenes cerebrales plantea desafíos significativos. Es importante reconocer las limitaciones y no exagerar la capacidad de “leer la mente” a partir de estas imágenes, especialmente en un contexto legal y conceptual.

Es que justamente, el riesgo radica en la apariencia de objetividad y autoridad que conlleva la generalización de las imágenes cerebrales, lo que puede desencadenar en su malinterpretación. Es decir, sobrevalorar su capacidad predictiva, toda vez que la simple presencia de información neuronal, sea real o falsa, es suficiente para que una determinada información parezca más autorizada y creíble (Sommaggio et al., 2017).

En el increíble mundo de las neurotecnologías basadas en la neuroimagen, donde la posibilidad de leer la mente plantea horizontes inexplorados, emergen preocupaciones éticas y filosóficas. La capacidad de acceder a pensamientos sin necesidad de expresarlos verbalmente suscita inquietudes fundamentales en relación con las posibles vulneraciones a la intimidad, un terreno reservado donde la conciencia ética tradicionalmente ha actuado como filtro de nuestras palabras y pensamientos. El acto de filtrar lo que expresamos o pensamos es una parte intrínseca de nuestra convicción íntima, y la perspectiva de la lectura directa de la mente plantea la posibilidad de irrumpir en la esfera espiritual íntima y reservada de cada individuo.

La no discriminación es también una preocupación central. El desarrollo de neuroimágenes requiere una inmensa cantidad de datos, lo que nos lleva a interrogarnos sobre quiénes son los individuos representados en esos conjuntos de datos. ¿Realmente abarcan a todos los grupos de manera equitativa, o existe la posibilidad de que estén sujetos a la discriminación algorítmica? Otro interrogante resuena con fuerza, ya que el acceso a la comunicación facilitado por estas tecnologías podría generar desigualdades

significativas, ofreciendo oportunidades desproporcionadas a aquellos que ya gozan de privilegios y perpetuando la brecha de desigualdad en la sociedad.

Neuroplasticidad

El precursor en los estudios de neuroplasticidad fue el premio nobel de medicina Santiago Ramón y Cajal. El investigador neurocientífico, a menudo aclamado como el padre de la neurociencia, desencadenó una revolución en la comprensión de la mente humana al descubrir y explicar el fenómeno fascinante de la neuroplasticidad. Hace más de un siglo, en la efervescente Barcelona del siglo XIX, Cajal desafiaba la creencia arraigada de que el cerebro era un órgano fijo y estático. La idea prevaleciente hasta los años 80 era que nacíamos con un tipo de cerebro predestinado, dictando nuestra trayectoria en la vida, con la naturaleza prevaleciendo sobre el entorno. Sin embargo, Cajal reveló algo asombroso: el cerebro es maleable y dinámico, capaz de cambiar y remodelarse en términos de estructura y funcionalidad. Su investigación destacó la individualidad de las neuronas, desafiando la creencia de que se conectaban físicamente para formar una red neuronal continua. En lugar de ello, Cajal describió la sinapsis, el espacio entre neuronas, donde la transmisión de impulsos nerviosos ocurre mediante la liberación de neurotransmisores. Este concepto transformador sugiere que los circuitos neurales no son inamovibles, sino que se forjan con la repetición de impulsos. Podemos cultivar conexiones neuronales específicas al optar por diversos estímulos o experiencias. La repetición fortalece y optimiza estas conexiones, dando lugar a un fenómeno conocido como “potenciación a largo plazo”. En 1928, Cajal afirmó: “Todos podemos ser arquitectos de nuestro propio cerebro”. Su perspicacia revolucionaria sentó las bases para la comprensión moderna de la neuroplasticidad, un fenómeno que despierta la fascinación de científicos, médicos y todos aquellos intrigados por el asombroso potencial de la mente humana (Doherty, 2023).

La OMS (1982), define el término neuroplasticidad como la capacidad de las células del sistema nervioso para regenerarse anatómicamente y funcionalmente, después de estar sujetas a influencias patológicas ambientales o del desarrollo, incluyendo traumatismos y enfermedades (López Roa, 2012).

Para otros autores es la capacidad de las áreas cerebrales o de grupos neuronales de responder funcional y neurológicamente en el sentido de suplir las deficiencias funcionales, reorganización sináptica y la posibilidad de crecimiento de nuevas sinapsis a partir de una neurona o varias neuronas dañadas (Sierra Benítez y León Pérez, 2019).

La neuroplasticidad se refiere a la sorprendente capacidad del cerebro para cambiar su estructura y función en respuesta a diversas influencias, como experiencias, lesiones, enfermedades o el envejecimiento. En otras palabras, es la capacidad del sistema nervioso para adaptarse y regenerarse anatómicamente y funcionalmente a lo largo de la vida.

Este fenómeno ha sido objeto de investigación en el contexto de la rehabilitación y la mejora del rendimiento cognitivo. En situaciones de lesiones cerebrales, enfermedades o incluso en el proceso de aprendizaje, la neuroplasticidad juega un papel funda-

mental al permitir que el cerebro reorganice sus conexiones sinápticas, supla deficiencias funcionales y, en algunos casos, incluso genere nuevas conexiones neuronales para compensar daños o adaptarse a nuevas demandas.

Los estudios de neuroplasticidad revelan que el cerebro está intrínsecamente moldeado por el entorno y las experiencias vividas. En este contexto, surge una creciente inquietud sobre las posibles secuelas de la tecnología en la plasticidad cerebral, especialmente cuando contemplamos un horizonte dominado por la realidad virtual. La pregunta que nos hacemos es: ¿Cómo afectará la vida virtual a nuestro cerebro?

Un ejemplo ilustrativo de esta preocupación se manifiesta con los videojuegos, donde los entornos virtuales pueden ser tan realistas que se asemejan a la experiencia tangible. En el caso de los niños, cuya neuroplasticidad está en constante desarrollo, el juego recurrente en contextos virtualmente violentos plantea interrogantes significativos. ¿Cómo impactará esta exposición constante a escenarios agresivos en la formación de sus conexiones neuronales? ¿Serán más propensos a adoptar respuestas agresivas en situaciones de la vida real?

La incertidumbre sobre los efectos de la tecnología en el cerebro se acentúa cuando consideramos la creciente inmersión en mundos virtuales, especialmente aquellos proyectados por la realidad virtual. ¿Modificarán estas experiencias virtuales la estructura misma de nuestras mentes? ¿Se verá alterada la percepción de la realidad?

Particularmente, la preocupación recae en la exposición temprana y prolongada de los niños a entornos digitales intensos, donde la línea entre lo virtual y lo real se desdibuja. La violencia simulada y la interactividad constante pueden tener consecuencias imprevistas en el desarrollo cognitivo y emocional.

En definitiva, aunque nos sumergimos en un mundo tecnológico sin precedentes, las consecuencias de esta inmersión en términos de neuroplasticidad son aún desconocidas. La comprensión de cómo la tecnología afectará nuestro cerebro es un desafío continuo, y la anticipación de posibles impactos negativos resalta la importancia de abordar esta cuestión desde una perspectiva ética y jurídica.

Conectoma

En el amplio panorama de la investigación neurocientífica la construcción de mapas detallados de las conexiones neuronales en el cerebro, conocidos como conectoma aparece como una nueva neurotecnología. Mientras que en el siglo XX se buscaba descubrir la secuencia completa del ADN, proyecto denominado “genoma humano”, los esfuerzos se centran en obtener una descripción completa de la conectividad a gran escala de distintas regiones del cerebro, proyecto denominado “conectoma humano” (Vilatta y Moreno Frías, 2015).

El 15 de julio de 2009, los Institutos Nacionales de Salud (NIH) lanzaron el Proyecto Conectoma Humano (HCP, por sus siglas en inglés), que tenía un presupuesto de 30 millones de dólares. Este proyecto utilizó tecnologías avanzadas de imagen cerebral

para mapear la conectividad del cerebro humano adulto sano. Al reunir sistemáticamente datos de imágenes cerebrales de cientos de sujetos, el HCP tenía como objetivo proporcionar información sobre cómo las conexiones cerebrales subyacen en la función cerebral y abrir nuevas vías de investigación en neurociencia humana (*NIH Launches the Human Connectome Project to Unravel the Brain's Connections*, 2009).

El conectoma es un concepto en neurociencia que se refiere al mapa completo de las conexiones neuronales en el cerebro de un organismo. En otras palabras, es una representación de cómo las neuronas se conectan entre sí para formar redes y circuitos que subyacen a todas las funciones cerebrales, como la percepción, el pensamiento, la memoria y el movimiento.

El conectoma es un campo de estudio en constante evolución y tiene como objetivo comprender cómo estas conexiones neuronales son responsables de la función cerebral y cómo pueden influir en trastornos neurológicos y psiquiátricos. Se pueden utilizar diversas técnicas para mapear el conectoma, como la resonancia magnética funcional (fMRI), la tractografía por resonancia magnética (DTI) y la microscopía de alta resolución. Estos métodos permiten a los científicos identificar las vías de comunicación entre diferentes regiones del cerebro y entender cómo se relacionan con el comportamiento y la cognición.

El estudio del conectoma es fundamental para avanzar en nuestra comprensión del cerebro y sus funciones, y puede tener importantes implicaciones para el diagnóstico y el tratamiento de trastornos neurológicos y psiquiátricos, así como para el desarrollo de la inteligencia artificial y la creación de redes neuronales artificiales inspiradas en el cerebro humano.

En base a los avances evidenciados y las investigaciones desarrolladas en esta área, se ha descubierto que cada ser humano posee un perfil de conexiones característico y que a partir del estudio y análisis de los neuro perfiles, puede obtenerse información sobre las capacidades mentales, como también detectar si su funcionamiento se encuentra en estado normal o alterado (Cáceres Nieto et al., 2021).

Aunque se anticipa con optimismo el potencial de los futuros estudios sobre el conectoma humano para ampliar nuestro conocimiento sobre el cerebro y sus redes funcionales y estructurales, así como para arrojar luz sobre su desarrollo, envejecimiento y las alteraciones en diversas patologías psiquiátricas como la esquizofrenia, el autismo y el Alzheimer, es esencial abordar ciertas advertencias y limitaciones que podrían afectar la aplicación clínica directa de los resultados.

En primer lugar, las limitaciones técnicas e instrumentales asociadas a la obtención de imágenes de alta resolución “in vivo” presentan desafíos significativos. La dificultad para obtener visualizaciones precisas de las conexiones neuronales en tiempo real podría impactar la interpretación de los datos y restringir la capacidad de obtener una representación completa y detallada del conectoma.

En segundo lugar, desde una perspectiva teórica, es fundamental reconocer la enorme complejidad del objeto de estudio. La perspectiva exclusivamente biologicista del proyecto asume, de manera preconcebida, que la raíz de los trastornos psiquiátricos se encuentra en el cerebro, desatendiendo aspectos críticos como la influencia del medio externo o del cuerpo en la función cerebral. Esta limitación conceptual podría conducir a una comprensión parcial o sesgada de las condiciones neurológicas y psiquiátricas.

Adicionalmente, es necesario considerar que, hasta la fecha, la evidencia empírica obtenida, al menos en relación con la esquizofrenia, no ha alcanzado conclusiones definitivas. Los desafíos inherentes a la complejidad de los trastornos mentales podrían implicar un tiempo considerable antes de que los resultados de los estudios del conectoma humano se traduzcan en aplicaciones clínicas directas y específicas. Estas consideraciones enfatizan la necesidad de adoptar un enfoque cauteloso y equilibrado al interpretar los hallazgos del conectoma humano y subrayan la importancia de abordar tanto las limitaciones técnicas como las teóricas para avanzar de manera efectiva en la comprensión de la función cerebral y su relación con diversos trastornos neurológicos y psiquiátricos (Vilatta y Moreno Frías, 2015).

Por otra parte, mientras los estudios de mapas neuronales, como los conectomas, prometen avances significativos en nuestra comprensión del cerebro y sus funciones, se advierten también riesgos éticos asociados, especialmente en términos de estigmatización y discriminación. La posibilidad de que la información extraída de estos mapas se utilice para evaluar la inteligencia, el rendimiento académico o la idoneidad para ciertos trabajos presenta un peligro real.

Imaginar un escenario en el cual el acceso a la educación superior o el empleo se determine según el mapa neuronal de una persona plantea preocupaciones fundamentales sobre la equidad y la justicia. La capacidad para aprender, trabajar y contribuir a la sociedad no puede reducirse únicamente a la estructura y las conexiones neuronales, ya que implica una interacción compleja de factores biológicos, ambientales y sociales.

El riesgo de estigmatización y discriminación basado en la información derivada de mapas neuronales resalta la necesidad crítica de establecer marcos éticos sólidos y regulaciones adecuadas.

Neurotecnología

En sentido estricto, bajo la categoría de las neurotecnologías, se encuentran los dispositivos y técnicas destinadas a intervenir o modificar el cerebro tales como la estimulación cerebral profunda, las interfaces cerebro-computadora y terapias génicas. Estos abordajes constituyen un campo prometedor para el tratamiento de enfermedades neurológicas y la optimización de las funciones cerebrales.

1. Estimulación cerebral profunda (ECP)

La estimulación cerebral profunda (ECP) es un tratamiento invasivo pero eficaz para trastornos de movimiento como el Parkinson, distonía, temblor esencial, la epilepsia y la depresión. Esto se debe a que, en términos generales, las patologías mencio-

nadas están vinculadas con oscilopatías, las cuales generan la severidad de los síntomas del paciente debido a una actividad neuronal rítmica excesiva y descontrolada. En este contexto, la ECP implica la implantación de electrodos y la aplicación de señales eléctricas de alta frecuencia en áreas específicas del encéfalo con el objetivo de suprimir esta actividad rítmica (Borbón Rodríguez et al., 2020, p.137).

No obstante, se ha evidenciado que la estimulación cerebral generada durante estas intervenciones ha provocado alteraciones en la personalidad y la identidad del paciente. Estas modificaciones varían según el modo, el grado y el área de estimulación. A modo de ejemplo, se ha observado que en el caso de la estimulación cerebral profunda (ECP), el paciente tiende a manifestar rasgos de agresividad e impulsividad. Los efectos asociados a la aplicación de estas técnicas pueden ser tan radicales que plantean el desafío de adaptarse a una nueva configuración de la personalidad (Sommaggio et al., 2017, p. 29).

2. Interfaces cerebro-computadora (BCI) y el paradigma del internet de los cuerpos (IoB)

En el centro de esta revolución tecnológica se encuentran las interfaces cerebro-computadora (BCI, por su sigla en inglés), dispositivos que facilitan la conexión entre el cerebro humano y sistemas computacionales u otros dispositivos situados fuera del organismo. La literatura especializada distingue dos categorías de estos dispositivos: los invasivos, que se implantan directamente dentro del cráneo humano; y los no invasivos, que no tienen contacto directo con el cerebro, reposando sobre la cabeza humana, como es el caso de cintillos o lentes (Yuste et al., 2021).

Los primeros, han sido también denominados, internet de los cuerpos (IoB). Este término engloba diversas clases de dispositivos y sensores que son incorporados en el cuerpo humano, ya sea mediante implantación directa o ingestión. Esta integración de dispositivos ha transformado el cuerpo humano en una plataforma tecnológica capaz de recopilar datos biométricos y de comportamiento humano.

El despliegue de estos sensores no solo incide en el ámbito científico, sino que también es una herramienta con la capacidad de inducir cambios significativos en los sectores laboral, industrial y recreativo (Ausín et al., 2020, p. 2).

Hasta ahora se han mencionado las neurotecnologías utilizadas con fines terapéuticos o meramente investigativos, pero a medida que las neurotecnologías avanzan, se están abriendo paso hacia las masas y su uso comercial e industrial. A futuro, estas tecnologías podrían revolucionar la interacción de los seres humanos con la tecnología, a tal punto que las neurotecnologías dejen de ser exclusivas del ámbito médico y pasen a ser como cualquier otro bien comercial (Borbón Rodríguez et al., 2020).

El ejemplo más paradigmático del IoB es la propuesta de desarrollo de chips por parte de Neuralink, una iniciativa que ha captado considerable atención en la vanguardia de la neurotecnología. De hecho, la página se presenta en los siguientes términos: *“Nuestra interfaz cerebro-computadora es completamente implantable, estéticamente invisible y diseñada para permitirte controlar una computadora o dispositivo móvil en cualquier lugar que vayas”* (<https://neuralink.com/>).

3. *Terapias genéticas*

Por último, dentro de la neurotecnologías en sentido estricto, se encuentran las terapias genéticas. Conforme el NIH (National Heart, Lung and Blood Institute) estas tecnologías buscan corregir enfermedades mediante la modificación del material genético del paciente. Las terapias genéticas orientadas, destacadas por *Nature* como un hito en 2022, se perfilan como el futuro de la medicina debido a su eficiencia, mejora en la experiencia del paciente y la posibilidad de reducir costos. La esencia de una terapia génica implica reemplazar un gen defectuoso por su versión normal en todas las células afectadas. Aunque muchos procesos están en fase experimental, los resultados son alentadores.

Existen dos tipos principales de terapias genéticas: *ex vivo*, que implica la alteración de tejidos externamente antes de ser trasplantados al paciente, e *in vivo*, que utiliza vectores, como virus modificados, para entregar el gen correcto a las células.

Las terapias genéticas orientadas a tejidos específicos, destacadas como una de las tecnologías clave en 2022, se centran en entregar material genético a ubicaciones específicas sin requerir biopsias invasivas.

El uso de virus adeno-asociados (VAA) y nanopartículas lípidas como vectores de entrega es una tendencia emergente. Las nanopartículas lípidas pueden diseñarse para dirigirse específicamente a ciertas ubicaciones en el cuerpo, optimizando la eficacia del tratamiento.

Estas terapias genéticas orientadas representan una vanguardia en la medicina, y su continuo desarrollo respaldado por innovaciones tecnológicas podría transformar radicalmente el panorama de la atención médica personalizada (*Terapias genéticas - Qué son las terapias genéticas*, 2022). No obstante, desde la “neuroética” se advierte de algunos de los riesgos del uso de las neurotecnologías.

Si la ECP constituye el procedimiento encaminado a la remoción quirúrgica o destrucción de vías neurales con el fin de influenciar el comportamiento o las emociones, que pasaría si esas obstrucciones modifican la esencia del ser humano. La disputa entre visiones reduccionistas, que ven al ser humano como redes neuronales, y perspectivas dualistas, que reconocen una dimensión espiritual, destaca el papel de la autodeterminación en nuestras acciones. La discusión se centra en si los actos son simplemente resultados de estados cerebrales o manifestaciones de la autodeterminación de la persona. El neurodeterminismo, al negar la espiritualidad, respalda una visión más reduccionista. Antes de adoptar una perspectiva biologista, es vital considerar que los actos provienen de la autodeterminación integral. La aceptación de estas técnicas depende de ver la enfermedad mental como trastorno de la psique u orgánico. La valoración ética debe priorizar el beneficio personal y evaluar la preservación de la libertad, dignidad y necesidad real del paciente para la intervención (Carreño Rodríguez, 2007).

Asimismo, las interfaces cerebro-máquina en su vertiente de estimulación pueden cambiar aspectos de la personalidad o del “yo” e incluso, como tienen como objetivo

áreas específicas del cerebro, durante su uso pueden alterar los estados de ánimo, los deseos, la conducta e incluso los valores y la identidad personal (Monasterio Astobiza et al., 2019). También se advierten otros cuestionamientos éticos fundamentales. Si se posibilita modificar la psiquis humana nos podemos cuestionar sobre quién tiene el derecho y la responsabilidad de realizar tales manipulaciones y con qué propósitos.

Por otra parte, la posibilidad de alterar el funcionamiento cerebral suscita la pregunta de hasta qué punto estas intervenciones pueden afectar la autonomía y la libertad de pensamiento de un individuo. A más de ello, existe el riesgo de desigualdad en el acceso a la psicocirugía. Si estas intervenciones se vuelven disponibles, ¿quién tiene acceso a ellas? ¿Existe el riesgo de que solo ciertos grupos socioeconómicos privilegiados se beneficien de estas tecnologías, exacerbando las disparidades en la atención médica?

Por último, hay que darle importancia al consentimiento informado en el contexto de la psicocirugía. Dada la complejidad de estos procedimientos y los posibles riesgos asociados, el consentimiento informado se convierte en un componente crítico. Garantizar que los individuos estén plenamente informados sobre los posibles impactos en su salud mental y física es esencial para una toma de decisiones ética.

En conclusión, estos riesgos éticos deben abordarse de manera exhaustiva para garantizar la integridad y la ética de tales intervenciones.

Ciencia de la conciencia

Por último, el estudio de la conciencia y la búsqueda de una comprensión más profunda de cómo emerge la experiencia consciente a partir de la actividad cerebral ha adquirido un estatus de alta prioridad en la investigación contemporánea.

En síntesis, el siglo XXI ha presenciado avances sobresalientes en la investigación del cerebro y la mente, con un enfoque en el descubrimiento de respuestas ocultas en relación con la intrincada dinámica de este órgano y su conexión con la cognición y la experiencia humana.

Para comprender la conciencia, Dehaene propone poner especial atención en los marcadores de la conciencia que son patrones de actividad cerebral que aparecen únicamente cuando el sujeto tiene una experiencia consciente. Lo expuesto puede explicarse mediante la teoría del ETNG, según la cual, la conciencia es información global difundida en el cortex gracias a la interconexión de distintas redes neuronales (Martínez-Sánchez, 2018).

El autor distingue cuatro marcadores de la conciencia: 1) Una amplificación de la actividad cerebral sensorial que resulta en una súbita “ignición” de circuitos parietales y frontales. 2) La aparición de una onda de tipo P3, registrada mediante encefalograma, un tercio de segundo después de que el estímulo haya sido presentado. 3) Una explosión tardía y súbita (no su mera presencia) de oscilaciones de alta frecuencia. 4) Una sincronización de intercambios de información entre regiones distantes del cerebro.

En base al estudio minucioso y la diferenciación de las firmas de la conciencia Dehaene concluye que, el código consciente “contiene un registro completo de la experiencia del sujeto, con exactamente el mismo nivel de detalle que el de lo que la persona percibe” (Martínez-Sánchez, 2018).

Por su parte, Haynes crítica la teoría del autor antes mencionado al evidenciar que existen delimitaciones empíricas porque únicamente se analizan una serie de puntos que ponen en cuestión una identificación simple y directa entre codificación y conciencia. Considera Haynes que ello no es suficiente y que la información debe ser distribuida globalmente a través del cerebro para alcanzar la conciencia, lo que supone la implicación de determinadas áreas prefrontales (Martínez-Sánchez, 2018).

Lo cierto es que, si bien existe gran expectativa en lo que respecta al estudio de la conciencia y su comprensión, existen tantas corrientes científicas como filosóficas que arriban a conclusiones diferentes sin demostrar el proceso seguido para arribar a tal conclusión.

1.4 EN SÍNTESIS

A lo largo de esta investigación sobre las neurotecnologías, se ha delineado un panorama incipiente que abarca desde sus prometedores avances médicos hasta los riesgos sustanciales que plantean para la esfera privada y la esencia misma de la humanidad. En este contexto, se advierte que el progreso tecnológico debe estar intrínsecamente vinculado a la preservación de la dignidad y los derechos fundamentales de los individuos, actuando como un impulso para el desarrollo y el bienestar, en lugar de socavarlos.

Al explorar categorías específicas de neurotecnologías, se identifican otras amenazas como el Big Brain Data (BBB) y el Brainjacking, que no solo impactan negativamente la privacidad sino también la libertad de pensamiento y la autonomía individual (Ausín et al., 2020, pp. 3-4).

El primero consiste en la supone la recopilación en cantidad de los datos sensibles del cerebro de muchas personas para su comercialización y el brainjacking supone el control remoto de la nanotecnología, lo que puede llegar a controlar y manejar un dispositivo tecnológico periférico como una silla de ruedas, implante cerebral, medicamento digital, etc, impartiendo órdenes distintas a las queridas por quien la aplica.

Estas consecuencias desfavorables resaltan la urgencia de abordar los aspectos éticos y de derechos humanos asociados con la implementación de estas tecnologías.

A pesar de los evidentes beneficios que las neurotecnologías aportan a la medicina, se ha destacado la existencia potencial de una “violencia tecnológica”, donde la manipulación cerebral puede llegar a alterar la esencia misma de lo que significa ser humano.

En definitiva, a medida que se profundiza en la comprensión de las neurotecnologías, desde la capacidad de leer mentes, influir en emociones y comportamientos, hasta

llegar incluso a borrarla, se hace evidente la necesidad apremiante de una consideración más profunda de las implicaciones éticas y sociales (Sommaggio et al., 2017). Estas conclusiones parciales no sólo subrayan la importancia crítica de un enfoque ético y reflexivo en el desarrollo y aplicación de estas tecnologías innovadoras, sino que también sirven como puntos de partida en el camino hacia la definición y protección de los neuroderechos en la sociedad contemporánea.

CAPÍTULO 2

MARCO NORMATIVO NEUROTECNOLOGÍAS

2.1 INTRODUCCIÓN

Ante los avances de las neurotecnologías explorados precedentemente y las complejas cuestiones éticas que plantean, surge la imperante necesidad de establecer marcos normativos que salvaguarden los derechos fundamentales de los individuos frente al potencial impacto en sus esferas cognitivas y neurales. Por ello, la preocupación por los aspectos éticos y legales de las neurotecnologías está hoy presente en la agenda internacional.

Si bien, no puede soslayarse que tanto el art. 3 de la carta de Derechos Fundamentales de la Unión Europea, como el art. 27 de la Declaración Universal derechos humanos reconocen en sentido amplio el derecho a la integridad psíquica de las personas, las nuevas particularidades técnicas están propugnando una protección específica.

En mayo de 2017, en una reunión promovida por la Fundación de Ciencias de Estados Unidos llevada a cabo la universidad de Columbia, se juntaron 25 especialistas en neurotecnología de distintos países (Estados Unidos, China, Japón, República de Corea, Australia, Israel y varios países europeos), para reflexionar sobre las implicaciones éticas y sociales de su desarrollo. El grupo, que adoptó el nombre de Morningside, propuso una serie de principios éticos que deberían orientar a las neurotecnologías y la inteligencia artificial. En este marco, se sentaron las bases jurídicas de los denominados neuroderechos.

Los neuroderechos pueden ser definidos como un nuevo marco jurídico internacional de derechos humanos destinados específicamente a proteger el cerebro y su actividad a medida que se produzcan avances en neurotecnología¹ (conforme la Neuro-rights Foundation). En consecuencia, se entiende por neuroderechos los derechos humanos que protegen la privacidad de datos e integridad mental; la indemnidad mental y psíquica, tanto consciente como inconsciente, y la autonomía de la voluntad de las personas respecto del uso abusivo de neurotecnologías.

La Fundación de neuroderechos evoca por el reconocimiento de los siguientes derechos:

- A) Derecho a la identidad personal
- B) Derecho al libre albedrío.

¹ Este concepto es ampliamente aceptado y es el que recoge el preámbulo y marco teórico conceptual de la Ley Modelo de Neuroderechos para la América Latina y el Caribe.

- C) Derecho a la privacidad mental.
- D) Derecho a la protección contra sesgos.
- E) Derecho al acceso equitativo.

En este contexto, seguidamente se examinará de manera detallada el marco normativo actual relacionado con los “neuroderechos” a nivel internacional.

2.2 EL MARCO NORMATIVO INTERNACIONAL

Se trata de los primeros documentos no vinculantes que aspiran a servir como guías, delineando principios éticos y prácticos frente al avance incesante de estas tecnologías. Estos documentos, aún en su novedad, buscan establecer directrices que resguarden la dignidad, privacidad y autonomía de los individuos, ante la promesa y el riesgo inherentes a la manipulación de las funciones cerebrales.

Resulta interesante indagar cómo estas guías están moldeando las discusiones sobre los derechos cerebrales y cómo su aplicación efectiva podría salvaguardar la integridad y la libertad en un mundo cada vez más interconectado por las neurotecnologías.

2.2.a Recomendación sobre innovación responsable en neurotecnología adoptada por el Consejo de la OCDE (11 de diciembre de 2019)

Dentro de los primeros estándares internacionales en el ámbito de las neuro tecnologías se encuentra la Recomendación sobre Neurotecnología adoptada por la OCDE el 11 de diciembre de 2019.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) es un organismo de cooperación internacional donde los gobiernos colaboran para abordar desafíos económicos, sociales y ambientales. En este contexto se gestan diversos instrumentos legales, como decisiones, recomendaciones, documentos de resultados sustantivos, acuerdos internacionales que abarcan temas importantes y reflejan compromisos políticos, estándares y principios que los países miembros se esfuerzan por seguir.

La Recomendación sobre Neurotecnología es un ejemplo concreto que tiene como objetivo establecer principios para guiar a gobiernos e innovadores en la anticipación y abordaje de los desafíos éticos, legales y sociales que plantean las nuevas neurotecnologías, al tiempo que fomenta la innovación en este campo.

El desarrollo de la Recomendación se llevó a cabo en un proceso de cinco años entre 2015 y 2019, a través del proyecto “Neurotecnología y Sociedad” del BNCT. Este proyecto buscó reunir ideas, normas y enfoques para lograr una innovación más responsable en neurotecnología para aplicaciones relacionadas con la salud, promover

la deliberación internacional y desarrollar principios para el desarrollo responsable de neurotecnologías innovadoras.

La Recomendación insta a todos los actores a propiciar e implementar, según sus respectivos roles, los nueve principios para la innovación responsable en neurotecnología. Los principios receptados son:

Promover la innovación responsable en neurotecnología para abordar desafíos de salud

En el marco de este principio, se procura fomentar aplicaciones beneficiosas de neurotecnología para la salud y la investigación y desarrollo con este fin. Se destaca la importancia de integrar consideraciones éticas y tener en cuenta los valores y preocupaciones públicas en la planificación y diseño del desarrollo tecnológico; alinear el apoyo público y los incentivos económicos para la innovación en neurotecnología con las mayores necesidades de salud; evitar el daño y respetar los derechos humanos y valores sociales, especialmente la privacidad, la libertad cognitiva y la autonomía individual; prevenir la innovación en neurotecnología que busque afectar la libertad y la autodeterminación, especialmente cuando fomente o exacerbe sesgos discriminatorios o exclusiones.

Priorizar la evaluación de la seguridad en el desarrollo y uso de neurotecnología

Este principio insta a que exista comunicación y dialogo entre todos los involucrados y afectados por el desarrollo de las neurotecnologías (investigadores, participantes en la investigación, profesionales de la salud, pacientes, el público, partes interesadas privadas y partes interesadas gubernamentales) para incorporar conceptos de autonomía, reducción de daños y seguridad en los procesos de priorización de la investigación. Se persigue de este modo considerar tempranamente posibles efectos secundarios no previstos en la investigación y desarrollo de neurotecnologías. Asimismo, promueve establecer mecanismos de supervisión a corto y largo plazo, monitoreo e informes de seguridad del producto.

Promover la inclusividad de la neurotecnología para la salud

En función de este principio debe asegurarse que la neurotecnología se desarrolle y esté disponible para quienes la necesiten, que se tenga en cuenta la diversidad cultural y se minimicen las desigualdades en su desarrollo y uso.

Fomentar la colaboración científica en la innovación de neurotecnología entre países, sectores y disciplinas

Se establece la importancia de promover la investigación y desarrollo interdisciplinario y de fomentar consorcios precompetitivos de investigación colaborativa entre instituciones de investigación pública, organizaciones privadas sin fines de lucro, entidades del sector privado y comunidades de pacientes. Asimismo, se insta a apoyar el desarrollo de estándares y mejores prácticas para los aspectos técnicos y éticos, legales y sociales de la innovación en neurotecnología. Se postula la importancia de una cultura internacio-

nal de “ciencia abierta” creando infraestructuras y entornos conjuntos para compartir, agregar, auditar y archivar datos relacionados con la neurotecnología según corresponda.

Facilitar la deliberación societal sobre la neurotecnología

En función de este principio, se insta a la comunicación abierta entre comunidades de expertos y el público para fomentar la alfabetización en neurotecnología y el intercambio de información y conocimiento. En especial, se recepta la importancia de que los diálogos formales se tengan en cuenta en la toma de decisiones siempre que sea posible y que los procesos para involucrar a las partes interesadas sean justos, transparentes y predecibles.

Facilitar la capacidad de los cuerpos de supervisión y asesoramiento para abordar problemas novedosos en neurotecnología

El principio persigue alentar a agencias reguladoras, organismos de financiación, instituciones de investigación y/o actores privados a responder a oportunidades y problemas éticos, legales y sociales planteados por avances en la investigación cerebral y neurotecnología. Asimismo, a fomentar la investigación sobre las dimensiones éticas, legales y sociales de la neurotecnología. Un aspecto destacado es que los cuerpos de supervisión y asesoramiento posean la experiencia multidisciplinaria adecuada para una evaluación constructiva de la tecnología, el escaneo de horizontes, la planificación de escenarios y la revisión de la investigación.

Proteger los datos personales del cerebro y otra información obtenida a través de la neurotecnología

En un punto de especial importancia, este principio dispone que debe proporcionarse información clara al público y a los participantes en la investigación sobre la recopilación, almacenamiento, procesamiento y uso potencial de datos personales del cerebro recopilados con fines de salud.

Al mismo tiempo, debe asegurarse que existan medios para obtener un consentimiento adecuado para proteger la autonomía de los individuos, incluida la consideración de casos especiales de capacidad de toma de decisiones limitada.

Entre otros aspectos contemplados están la importancia de promover oportunidades para que las personas elijan cómo se utilizan y comparten sus datos, incluidas opciones para acceder, modificar y eliminar datos personales; promover políticas que protejan los datos personales del cerebro para evitar la discriminación o exclusión inapropiadas de ciertas personas o poblaciones, especialmente con fines comerciales o en el contexto de procesos legales, empleo o seguros. Asimismo, se procura proteger la información obtenida mediante la aplicación de neurotecnología contra el uso no autorizado, incluida la implementación de rigurosos estándares de seguridad; promover la confidencialidad y privacidad y mitigar las brechas de seguridad, incluida la implementación de estándares de seguridad rigurosos y asegurar la trazabilidad de los datos recopilados y procesados y de los actos médicos en los que se utiliza la neurotecnología.

Promover culturas de administración y confianza en la neurotecnología en los sectores público y privado

En un último principio se insta a fomentar el desarrollo de mejores prácticas y conductas comerciales que promuevan la responsabilidad, transparencia, integridad, confiabilidad, capacidad de respuesta y seguridad. Asimismo, se propician los enfoques innovadores de responsabilidad social mediante el desarrollo de mecanismos de rendición de cuentas.

Se deja sentado en este principio la importancia de identificar problemas, brechas y desafíos dentro de los sistemas de gobernanza y explorar posibles soluciones mediante el diálogo entre reguladores, el sector privado y el público. En especial, anticipar y monitorear el posible uso indebido y/o mal uso de la neurotecnología. Cuando sea posible, tomar medidas activas para proteger contra el posible mal uso de la neurotecnología.

A partir de esta vigilancia, se propone promover mecanismos para anticipar y prevenir usos e impactos potencialmente perjudiciales, a corto y largo plazo, antes de implementar neurotecnologías. Se recomienda también implementar salvaguardias y considerar mecanismos para respaldar la integridad, autonomía, protección de la vida privada, no discriminación y dignidad del individuo o de grupos a corto y/o largo plazo.

En definitiva, la recomendación fue el primer paso para la promoción de la responsabilidad ética en el desarrollo de las nuevas tecnologías.

2.2.b Impulsos normativos desde el marco de la UNESCO

La UNESCO, guiada por su mandato de fomentar la reflexión y el debate sobre la ética de la ciencia y la tecnología, ha comenzado a destacar la necesidad de establecer regulaciones sólidas y éticas en el ámbito de la neurotecnología a nivel internacional. Aunque hasta la redacción de este artículo no se ha promulgado un marco ético específico, la UNESCO está impulsando activamente el diálogo global en este campo.

A continuación, se revisarán diversos esfuerzos liderados por la UNESCO con el objetivo último de desarrollar un nuevo instrumento normativo sobre la ética de la neurotecnología. Con un historial destacado en la formulación de marcos éticos, como en los casos del genoma humano, la ingeniería genética, el cambio climático y la inteligencia artificial, la UNESCO podría desempeñar un papel esencial en la configuración de los neuroderechos y su integración en un contexto ético global.

Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos (2005)

Este instrumento ofrece el marco general para comenzar con el análisis de los aspectos legales y éticos e implicaciones de la neurotecnología, especialmente los Artículos 2 (Objetivos); 3 (Dignidad humana y derechos humanos); 4 (Beneficio y daño); 5 (Autonomía y responsabilidad individual); 6 (Consentimiento); 8 (Respeto a la vulnerabilidad humana e integridad personal); 9 (Privacidad y confidencialidad); 10 (Igual-

dad, justicia y equidad); 11 (No discriminación y no estigmatización) y 13 (Solidaridad y cooperación).

Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial

Este documento fue pionero en proponer valores éticos en respuesta al avance tecnológico vinculado al cerebro. Se trata de un instrumento normativo elaborado en la Conferencia General de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), reunida en París del 9 al 24 de noviembre de 2021.

Si bien se refiere de manera específica a la inteligencia artificial, sirve de referencia como antecedente a los neuroderechos. Es que la relación entre la inteligencia artificial (IA) y las neurotecnologías está intrínsecamente ligada a la conexión profunda del estudio del cerebro. Por un lado, el desarrollo de la inteligencia artificial depende crucialmente del conocimiento detallado del cerebro humano, que las neurociencias proporcionan. La comprensión de cómo se organizan los sistemas nerviosos, cómo interactúan y cómo generan las bases de la cognición y la conducta es esencial para modelar eficazmente procesos cognitivos complejos en sistemas artificiales. Por otro lado, las neurociencias utilizan tecnologías para avanzar en su investigación y comprensión del cerebro. En este contexto, la neurotecnología emerge como un puente entre las neurociencias y la inteligencia artificial. Estas tecnologías no solo permiten analizar y comprender el cerebro humano, sino que también proporcionan herramientas para manipular sus funciones, lo cual es esencial para el desarrollo de aplicaciones médicas y de inteligencia artificial.

En el ámbito de acción política este instrumento incluye un punto específico relacionado con la salud y el bienestar social, reconociendo y abordando de manera directa los posibles riesgos derivados del avance tecnológico y la presencia de robots en el ámbito de la salud. Al destacar esta dimensión, la recomendación no solo establece pautas y directrices para la utilización ética de la inteligencia artificial (IA) y la robótica, sino que también se posiciona como uno de los primeros referentes internacionales que podría sentar las bases para el desarrollo y reconocimiento de los neuroderechos. En este contexto, se subraya la importancia de anticipar y gestionar de manera ética los impactos que estas tecnologías pueden tener en la salud, contribuyendo así a un enfoque integral y previsor en la formulación de políticas internacionales.

Por otra parte, el instrumento reconoce la necesidad de abordar éticamente el desarrollo de la inteligencia artificial e insta a los Estados Miembros a adoptar voluntariamente las disposiciones de la Recomendación, mediante medidas legislativas u otras, adaptadas a sus estructuras de gobierno y derecho internacional. Pero también recomienda la participación activa de empresas y otras partes interesadas en su implementación. En definitiva, busca proporcionar un marco ético global, con énfasis en la inclusión y la protección del medio ambiente.

Los objetivos incluyen guiar a los Estados en la formulación de leyes relacionadas con la IA, orientar acciones para incorporar ética en todas las etapas del ciclo de vida de la IA, proteger derechos humanos y el medio ambiente, fomentar el diálogo ético multi-

disciplinario, y promover el acceso equitativo a los avances de la IA, prestando atención a las necesidades de países en desarrollo.

La recomendación establece valores y principios que deben ser respetados durante el ciclo de vida de los sistemas de IA. Estos deben ser promovidos a través de ajustes legales y empresariales, en consonancia con el derecho internacional y los objetivos de sostenibilidad acordados internacionalmente, como los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas.

Regula asimismo áreas específicas de acción política para que los Estados miembros implementen los valores y principios mencionados. Inicialmente, destaca la importancia de la evaluación del impacto ético, abordando beneficios, problemas y riesgos asociados con el desarrollo de la IA.

Por su estrecha relación con los neuroderechos se destaca el ámbito de actuación 11 que refiere a la salud y bienestar social. La recomendación establece pautas específicas en el ámbito de la salud relacionadas con la implementación de sistemas de IA. Destaca la importancia de que los Estados se esfuercen en emplear sistemas de IA eficaces para mejorar la salud humana, especialmente en la prevención de brotes de enfermedades. Se busca mantener la solidaridad internacional para abordar los riesgos globales de salud, asegurando que el despliegue de sistemas de IA en la atención médica cumpla con el derecho internacional y las obligaciones de derechos humanos.

En el contexto de la salud mental, se aboga por regulaciones que presten atención a los niños y jóvenes, que utilicen sistemas seguros, eficaces y probados desde el punto de vista científico y médico, en donde participen los pacientes y representantes.

La regulación de soluciones médicas basadas en la IA, como la predicción y detección médica, se destaca con directrices específicas, incluida la supervisión para minimizar sesgos, la participación de expertos humanos, atención a la privacidad, consentimiento informado, y la decisión final sobre diagnóstico y tratamiento por parte de seres humanos.

Se insta a los Estados miembros a elaborar directrices sobre las interacciones entre seres humanos y robots y sus repercusiones en las relaciones entre seres humanos, basadas en la investigación y orientadas al desarrollo futuro de robots, y prestando especial atención a la salud mental y física de los seres humanos. Debería prestarse particular atención al uso de robots en la atención de la salud, en la atención a las personas de edad y las personas con discapacidad y en el ámbito de la educación, así como a los robots para uso infantil y para usos lúdicos, conversacionales y de compañía para niños y adultos. Además, deberían utilizarse las tecnologías de la IA para mejorar la seguridad y el uso ergonómico de los robots, en particular en entornos de trabajo en los que intervienen robots y seres humanos. También se cuestiona la posibilidad de utilizar la IA para manipular los sesgos cognitivos humanos y hacer un mal uso de ellos.

Se proponen medidas específicas para garantizar que los usuarios puedan distinguir entre interacciones con seres vivos y sistemas de IA, y se fomentan políticas de

sensibilización sobre la antropomorfización de las tecnologías de la IA. También se destaca la necesidad de investigación colaborativa sobre los efectos a largo plazo de la interacción de las personas con sistemas de IA, especialmente en niños y jóvenes.

Finalmente, se enfatiza la participación significativa de niños y jóvenes en las discusiones y decisiones sobre las implicaciones de los sistemas de IA en sus vidas y futuro.

Informe del Comité Internacional de Bioética sobre aspectos éticos de la neurotecnología (diciembre de 2021)

En diciembre de 2021 el Comité Internacional de Bioética (CIB) de la UNESCO elaboró un informe que buscaba promover la reflexión sobre cuestiones éticas y jurídicas suscitadas por el notable desarrollo reciente de las neurociencias, formula diversas recomendaciones al respecto y promueve el reconocimiento de nuevos derechos humanos: los “neuroderechos”.

El informe reconoce que la actividad cerebral es la base de los estados cognitivos, afectivos y otros estados cerebrales. La actividad cerebral proporciona información inherente a todos los seres humanos. La centralidad de la actividad cerebral en las nociones de identidad humana, libertad de pensamiento, autonomía, privacidad y bienestar humano significa que el impacto ético, legal y social de registrar (“leer”) y/o modular (“escribir”) la actividad cerebral a través de diversos dispositivos y procedimientos colectivamente llamados neurotecnología es de suma importancia.

El informe especifica que la neurotecnología comprende dispositivos y procedimientos utilizados para acceder, monitorear, investigar, evaluar, manipular y/o emular la estructura y función de los sistemas nerviosos de personas naturales. Esto incluye herramientas técnicas y computacionales para medir y analizar señales químicas y eléctricas en el sistema nervioso, así como herramientas técnicas que interactúan con el sistema nervioso para cambiar su actividad.

Las enfermedades cerebrales representan una carga importante y creciente en todo el mundo. En consecuencia, existe la necesidad de proporcionar nuevos tratamientos y ofrecer soluciones preventivas y terapéuticas mejores a millones de personas que sufren enfermedades neurológicas y mentales. La inversión en la investigación cerebral se ha vuelto extremadamente importante, con un creciente número de programas a gran escala destinados a desarrollar tecnologías para intervenir en el cerebro.

Pero, por otra parte, los datos neurales o cerebrales están convirtiéndose en un tipo de datos y mercancía muy demandados más allá del sector médico (en particular, en el mercado de consumo). La neurotecnología para consumidores, la fenotipificación digital, la informática afectiva, el neurojuego y el neuromarketing son algunos de los campos donde esta visión de los datos neurales como mercancía tiene un alto valor. Esta creciente disponibilidad extra-médica de datos cerebrales plantea un desafío para la ética, los derechos humanos, y requiere gobernanza. Los riesgos incluyen la reidentificación, el pirateo, la reutilización no autorizada, la mercantilización asimétrica, la minería

de datos sensible a la privacidad, la vigilancia digital, el intercambio de derechos por servicios, la cooptación con fines no benignos y otros malos usos.

También se reconocen tecnologías para ser utilizadas por individuos neurológicamente sanos con fines de mejora. La tecnología de mejora no solo debería mejorar el bienestar y la calidad de vida de un individuo, sino que también debería tener efectos positivos en la comunidad y la sociedad.

Seguidamente el informe analiza las distintas técnicas para acceder a la información del cerebro:

Neuroimagen: comprende técnicas que permiten acceder a la estructura y función del sistema nervioso central. Estas técnicas no invasivas (porque no es necesario abrir el cráneo para acceder a la información del cerebro) incluyen la electroencefalografía (EEG), la tomografía computarizada, la resonancia magnética (MRI), la magnetoencefalografía (MEG), la tomografía por emisión de positrones (PET), la ecografía craneal y la espectroscopía cercana al infrarrojo funcional (fNIRS). La resonancia magnética funcional (fMRI) es un método no invasivo para estudiar la anatomía funcional del cerebro humano.

Neurodispositivos: buscan mejorar la salud y el bienestar mediante la sustitución de partes del cuerpo (como prótesis robóticas) y la estimulación o inhibición de funciones cerebrales. La estimulación cerebral profunda (DBS) implica la implantación de electrodos en áreas específicas del cerebro, regulando impulsos anormales para tratar condiciones como la enfermedad de Parkinson. Aunque prometedora, la DBS presenta posibles efectos secundarios, como cambios de humor y comportamientos compulsivos. Además, la estimulación cerebral transcraneal de corriente continua (tDCS) utiliza corrientes para mejorar la concentración o relajación, y se observa el crecimiento de la neurotecnología de bricolaje para la autoalteración cerebral por parte de no profesionales.

Interfaces cerebro computadoras (ICC): tipo de neurotecnología que busca traducir los procesos cerebrales subyacentes al pensamiento y la acción en resultados deseados, como mejorar el estado de ánimo en personas deprimidas o controlar extremidades protésicas. Esto se logra mediante la recopilación de datos de actividad neural a través de sensores o electrodos en el cerebro o la superficie del cuero cabelludo. Las ICC pueden ser invasivas, parcialmente invasivas o no invasivas, y se aplican en la investigación, cartografía, asistencia y mejora de funciones cognitivas o sensoriomotoras humanas. Las ICC abordan áreas como neuroprótesis motora y sensorial, y utilizan aprendizaje profundo para decodificar la actividad cerebral.

Inteligencia artificial: La IA aborda la creación de máquinas “inteligentes”, capaces de imitar o superar algunas funciones cognitivas humanas. La Recomendación de la UNESCO define los sistemas de IA como aquellos que procesan datos de manera similar al comportamiento inteligente, incluyendo razonamiento, aprendizaje y percepción. Este enfoque está estrechamente ligado a la neurociencia y la neurotecnología. La historia de la IA está vinculada con la neurociencia, y pioneros en IA buscaron inspiración

en el cerebro humano. La IA utiliza términos de neurología y psicología, como redes neuronales artificiales. Este tipo de IA se basa en el procesamiento estadístico masivo y ha demostrado resultados prometedores en emular cálculos cerebrales. La convergencia de IA, microingeniería de sistemas y big data impulsa el crecimiento rápido de sistemas neurotecnológicos inteligentes y algoritmos de IA en la investigación neuromédica. Ofrecen nuevas oportunidades para comprender trastornos cerebrales, identificar biomarcadores y crear sistemas de apoyo a decisiones, pero también plantean desafíos éticos y sociales. En la investigación clínica de neurociencia, los algoritmos de IA se usan para fines predictivos y diagnósticos, como detectar signos tempranos de enfermedades mentales. Esto genera cuestiones éticas, como cambios en la relación médico-paciente, discriminación algorítmica y preocupaciones de privacidad y sesgo.

El informe desarrolla lo que debe entenderse por “neuroética”. Distingue la ética de la neurociencia, guía moral para la investigación y aplicación tecnológica en humanos, y la neurociencia de la ética, que investiga las bases neurológicas de la moralidad.

Asimismo, el informe describe de manera minuciosa y crítica los riesgos bioéticos y los derechos y valores a los que hay que prestarle mayor atención. Dentro de ellos, la integridad cerebral/mental y la dignidad humana son fundamentales. Se establece que ante avances neurotecnológicos invasivos, se debe considerar la integridad del cerebro y la mente, parte del cuerpo humano.

Dentro de la dignidad humana se reconoce a la “integridad mental” como valor, enfrentándose a daños causados por alteraciones no autorizadas en la computación neural de una persona. La neurotecnología puede ser herramienta para restaurar la dignidad humana mediante rehabilitación y autonomía.

La identidad personal y continuidad psicológica se exploran desde enfoques psicológicos, biológicos, narrativos, sociales y reduccionistas. Se destaca la importancia de preservar la continuidad psicológica ante modificaciones neurotecnológicas y se examinan diferentes perspectivas filosóficas sobre la dignidad humana en el contexto de la neurociencia y neurotecnología.

La continuidad y singularidad del yo están corpórea y éticamente integradas. El yo está corpóreamente integrado al “ser un cuerpo” y al “tener un cuerpo”. La autenticidad implica actuar según deseos y preferencias o, al actuar de manera independiente, responsable y sincera. Las neurotecnologías podrían amenazar la identidad personal y autenticidad del yo, mediante técnicas de modificación de memoria y estimulación cerebral profunda (DBS).

Se hace referencia a que las técnicas de modificación de memoria (TMM) utilizan medios farmacológicos y, eventualmente, chips cerebrales para mejorar o editar recuerdos. La edición de memoria, cuando es impuesta por terceros, puede distorsionar la percepción del pasado, afectando la identidad y autenticidad. La estimulación cerebral profunda (DBS) puede amenazar la unidad mente-cuerpo del yo auténtico. Aunque mejora la autonomía corporal, la mente puede sentirse alienada por la presencia activa del dispositivo. La posible manipulación remota del dispositivo agrega preocupaciones.

En el desarrollo cerebral de niños y adolescentes, la interacción compleja entre genética y experiencias vitales es de vital importancia. Las experiencias tempranas impactan la estructura y función cerebral en desarrollo, con implicaciones para la salud, aprendizaje y comportamiento a lo largo de la vida. La neurotecnología tiene el potencial de transformar los cerebros plásticos y en desarrollo de niños y adolescentes, afectando su identidad futura de manera duradera o permanente. Incorporar neurodispositivos mientras el individuo está en pleno desarrollo neurobiológico complica distinguir los rasgos atribuibles al neurodispositivo frente a la maduración “normal” del cerebro, generando implicaciones éticas importantes.

El informe también hace hincapié en la autonomía y en el consentimiento informado. Se señala que las crecientes posibilidades neurotecnológicas de monitoreo/supervisión cognitiva e influencia en forma de manipulación o alteración de funciones cognitivas, decodificación cerebral/mental, lectura y (posiblemente) escritura representan posibles interferencias con los procesos cognitivos, y sobre todo con las decisiones libres y competentes del individuo. Perder la autonomía significa perder la capacidad de libertad, pero no el derecho a la libertad. Por esta razón, la protección que la sociedad otorga a la efectividad del derecho a la libertad debe tener en cuenta el grado de vulnerabilidad de una persona.

Nuestro conocimiento creciente actual del cerebro humano puede llevarnos a cuestionar si los seres humanos pueden tomar decisiones autónomas en efecto. Si la neurotecnología puede medir y cambiar (mejorar, tratar, obstaculizar, habilitar o potenciar) nuestra capacidad, se debe cuestionar el grado de autonomía de esa persona después de la intervención.

En el contexto de las neurotecnologías, debemos considerar dos perspectivas diferentes. La primera es la autonomía para consentir el uso de la neurotecnología en el cuerpo del sujeto, ya sea como participante en un estudio de investigación, como paciente que se beneficia de una aplicación terapéutica, o como consumidor (de un dispositivo neurotecnológico de grado médico o no médico). La segunda se centra en la adquisición, manejo, uso y compartición de datos neurales con fines diversos.

Las preocupaciones éticas relevantes aquí se relacionan con el papel de las neurotecnologías terapéuticas en la restauración, o posiblemente, interrupción de la capacidad de un individuo para ejercer su autonomía e identidad como resultado de una intervención en el cerebro o manipulación de la actividad neural.

El daño cerebral o la intervención pueden perturbar la identidad que resulta de la historia personal específica de cada individuo. La neurotecnología utilizada para la rehabilitación puede ayudar a restaurar las capacidades y la autonomía de una persona.

La DBS puede interferir con el proceso natural de toma de decisiones, planteando preguntas sobre la capacidad de autogobierno de la persona, especialmente cuando los dispositivos DBS están controlados por sistemas de bucle cerrado que utilizan software de inteligencia artificial para adaptar autónomamente su funcionamiento.

El informe del Comité hace hincapié también en la privacidad Mental. El derecho a la privacidad está estrechamente vinculado al derecho a la libertad con sus diversos aspectos legales y éticos, como la libertad de expresión, asociación, ubicación, movimiento y espacio, creencias, pensamientos y sentimientos, y comportamiento. En este contexto, el CIB utiliza el término privacidad para referirse al derecho al respeto del deseo de un individuo de reservar ciertas áreas de su vida privada para sí mismo, miembros específicos de la familia u otros.

La privacidad mental se refiere a la protección explícita de los individuos contra la intrusión no consentida de terceros en su información mental (ya sea inferida a partir de sus datos neurales o de datos indicativos de información neurológica, cognitiva y/o afectiva), así como contra la recopilación no autorizada de esos datos.

La neurotecnología puede transmitir datos cerebrales y datos digitales relacionados con la actividad cerebral de sus usuarios. Los neurodispositivos implantados, como los utilizados en la estimulación cerebral profunda (DBS), e incluso los dispositivos no implantados, pueden registrar la actividad cerebral de los pacientes. La información recopilada y procesada a partir de los neurodispositivos se puede obtener y utilizar para identificar a alguien o revelar su actividad cerebral, especialmente cuando esto indica una condición neurológica o de salud mental estigmatizante o podría usarse de otra manera con fines discriminatorios.

La “lectura de mentes”, especialmente en relación con datos encontrados o detectados inesperadamente, basada en la neuroimagen de estados psicológicos desconocidos para el individuo y que no se consideraron dentro del rango de posibilidades o riesgos de detección, puede tener implicaciones personales y dar lugar a problemas sociales muy complejos. Sin embargo, estos datos pueden obtenerse sin el conocimiento (y, por lo tanto, sin el consentimiento) del individuo, o sin que siquiera se dé cuenta de que se está obteniendo tal información.

Define a los datos neuronales como los datos del cerebro de una persona. Son los únicos datos que revelan los procesos mentales de una persona pueden considerarse como el origen del yo y requerir una definición y protección especiales.

En otro punto, el informe se ocupa de la accesibilidad y justicia social. Señala que los trastornos cerebrales presentan desafíos significativos en regiones menos desarrolladas, donde el estigma y la falta de acceso a tratamientos son prominentes. La colaboración entre científicos, tecnólogos y financiadores es crucial para hacer que la neurotecnología sea accesible en estas áreas.

En entornos desiguales, las neurotecnologías pueden ser una vía para compensar trastornos relacionados con la pobreza. Sin embargo, limitar el acceso a estas tecnologías podría agravar la desigualdad. Para abordar esto, se necesita una regulación basada en principios de justicia distributiva, priorizando la equidad social y la transparencia. Los gobiernos deben implementar políticas centradas en reducir las desigualdades en la salud cerebral, comenzando con la nutrición infantil y entornos saludables y estimulantes.

Asimismo, el informe del Comité examina minuciosamente las complejidades éticas, sociales y filosóficas inherentes al empleo de neurotecnologías con el propósito de mejorar tanto las capacidades neurocognitivas como morales de los individuos. Se destaca la notable capacidad de los neurodispositivos para influir en la identidad personal y social, especialmente en situaciones donde impactan directamente en el estado de ánimo de los usuarios. Hace hincapié en la dificultad intrínseca de definir con precisión la noción de “normalidad” en el funcionamiento cerebral y corporal humano.

Se subraya la importancia de llevar a cabo una evaluación exhaustiva de los beneficios y riesgos asociados con las intervenciones neurotecnológicas, especialmente cuando se implementan sin la debida supervisión médica. En última instancia, el informe enfatiza la necesidad de abordar de manera integral los desafíos éticos y sociales que surgen en la contemporaneidad con el desarrollo y la aplicación de neurotecnologías de mejora en la sociedad.

El informe se ocupa especialmente como categoría vulnerable de la situación de los niños y a los posibles efectos a largo plazo (aún no completamente comprendidos) de este tipo de noótropo en un cerebro en desarrollo. También hay preocupaciones éticas sobre el uso por parte de maestros y padres de grabaciones de electroencefalograma con casco para monitorear las ondas cerebrales de los niños con el fin de evaluar la conciencia y la atención. Si estas técnicas contribuyen a métodos pedagógicos mejorados, podrían ser beneficiosas al contribuir al desarrollo del niño. Sin embargo, si son una nueva herramienta de vigilancia y restricción, parecen ser contrarias al interés superior del niño. La tecnología debe evaluarse para garantizar el interés superior del niño.

Destaca la preocupación por la mejora pediátrica que aborda la influencia de la cognición de los niños con el objetivo de mejorar sus capacidades. Este tema cobra relevancia en el contexto de las nuevas trayectorias en el desarrollo tecnológico y las cambiantes demandas y expectativas asociadas con la crianza de los hijos.

Además de los niños, otras personas de interés son aquellas con discapacidades mentales, personas que pueden ser fácilmente manipuladas debido a una debilidad o dependencia específica (por ejemplo, adictos a drogas), poblaciones institucionalizadas cautivas (prisioneros, alumnos, adolescentes en educación supervisada, jóvenes en hogares, miembros de las fuerzas armadas, refugiados, etc.).

Se hace hincapié también, en la importancia de la ética clínica como un enfoque práctico para la toma de decisiones éticas en el ámbito de la atención médica. Este enfoque incorpora principios éticos fundamentales, como el respeto a la autonomía, la beneficencia, la no maleficencia, la confidencialidad, el consentimiento informado y otros, que están intrínsecamente vinculados al individuo y a su concepto de sí mismo, sus derechos humanos y la función de su cerebro.

Los problemas éticos específicos relacionados con la neurotecnología en el entorno clínico se centran en enfermedades o daños cerebrales que pueden causar trastornos significativos en funciones como la memoria, la cognición, el movimiento o la conciencia. Aunque la neurotecnología tiene el potencial de abordar efectos discapacitantes, la

incertidumbre científica y los procesos involucrados plantean desafíos para los principios y valores fundamentales de la ética clínica.

Se subraya la necesidad de ejercer prudencia ética, especialmente en situaciones donde existe tensión entre la necesidad clínica y la incertidumbre científica. La protección de la privacidad personal, la confidencialidad de los datos y el consentimiento informado meticuloso son consideraciones esenciales en el desarrollo de la neurotecnología.

Finalmente, el informe plantea la necesidad de una revisión ética en constante evolución en paralelo con los desarrollos científicos. La investigación en neurotecnología debe regirse por rigurosos estándares éticos, como los establecidos en la Declaración de Helsinki y las Directrices Éticas Internacionales de 2016 para la Investigación Biomédica con Sujetos Humanos del Consejo de Organizaciones Internacionales de Ciencias Médicas (CIOMS), junto con otras regulaciones internacionales en investigación en salud. Previo al inicio de cualquier investigación que involucre participantes humanos, es imperativo someter las propuestas a la evaluación de un comité de revisión ética independiente, garantizando su aprobación tanto en mérito científico como en aceptabilidad ética.

En el marco de la relación entre neurociencias y derecho, el informe identifica el surgimiento de nuevos dilemas. El avance de la neurociencia y la neurotecnología plantea desafíos significativos para los derechos humanos, especialmente en relación con la libertad de pensamiento y la privacidad mental. La posibilidad de acceder a las actividades cerebrales y deducir pensamientos individuales cuestiona las nociones tradicionales de privacidad mental. Además, la investigación en neurociencia plantea interrogantes sobre el concepto legal de libre albedrío y, por ende, sobre la responsabilidad legal. La ausencia de libre albedrío podría tener implicaciones importantes para el sistema legal, ya que la culpabilidad individual podría ser cuestionada.

Estos dilemas legales se vinculan con la distinción entre ética para la neurociencia y neurociencia de la ética. Desde un punto de vista legal, la distinción podría ser entre Derecho para la Neurociencia, es decir, derechos humanos para la neurociencia, y Neurociencia del Derecho.

Al mismo tiempo, la neurotecnología presenta desafíos éticos en el ámbito del consentimiento. Evaluar la competencia para dar consentimiento en el contexto de la interferencia con la mente y el libre albedrío plantea cuestionamientos sobre quién establece los umbrales y cuándo aplicar pruebas de competencia neural.

En el uso de datos cerebrales, la privacidad mental se ve comprometida, y las tradicionales prácticas de consentimiento informado enfrentan obstáculos debido a la percepción incompleta previa, la interferencia tecnológica y la necesidad de salvaguardias adicionales.

Los datos cerebrales, reveladores de aspectos íntimos, plantean la pregunta de si deben recibir un “estatus especial”. La conexión entre neurociencias y derechos huma-

nos subraya la necesidad de fortalecer regulaciones para proteger los derechos fundamentales en la “neuro-revolución”.

La comercialización de datos cerebrales y aplicaciones no médicas, como el neuro-marketing, requiere sólidas estructuras de gobernanza y claras reglas de consentimiento. Proteger a poblaciones vulnerables y abordar los riesgos éticos, especialmente en neuromarketing, son prioridades, destacando la importancia de medidas regulatorias en la comercialización de datos cerebrales.

Un aspecto interesante que es abordado por el informe es el del impacto del desarrollo de la neurociencia en el derecho a la libertad de pensamiento. Se señala que la regulación podría evolucionar hacia una “protección del pensamiento”, considerando nuevas tecnologías que podrían controlar no solo acciones, sino también pensamientos internos.

Se acentúa la importancia de garantizar principios de consentimiento informado, proporcionalidad y confidencialidad. Se insiste en garantizar derechos que preserven los pensamientos y la personalidad frente a intervenciones que amenacen la libertad individual, en base a principios de protección de datos.

Se distingue entre libertad de pensamiento y libertad cognitiva. Se destaca que algunos autores argumentan que el marco legal existente para la protección de datos y biotecnología puede ser útil pero insuficiente ante los nuevos desafíos planteados por la neurotecnología en términos de derechos humanos. Proponen la creación de nuevos derechos, destacando la iniciativa de establecer el derecho a la “libertad cognitiva” en el contexto de la evolución de la neurotecnología.

Este derecho, derivado de la libertad de pensamiento tradicional, se adapta a un entorno donde procesos internos pueden ser influenciados por herramientas externas. Se plantea la pregunta de si se trata del mismo derecho en un contexto diferente. La formulación positiva de la libertad cognitiva busca poner al alcance de cualquier persona las neurotecnologías existentes, vinculándose con la mejora de la capacidad mental, asociada al movimiento “transhumano”. Este derecho va más allá de la privacidad, abarcando la capacidad de controlar las decisiones sobre el propio cerebro, tanto en un sentido negativo como positivo. Incluye la protección contra el uso no consensuado de la neurotecnología, trascendiendo la autonomía y promoviendo la independencia en el pensamiento.

La libertad cognitiva también aborda la elección, asegurando que las capacidades mentales no estén limitadas y protegiendo datos cerebrales contra posibles amenazas y discriminación basada en actitudes hipotéticas.

El informe aborda asimismo cómo el avance de la neurociencia y neurotecnología plantea desafíos al sistema legal y democrático. Se cuestiona el concepto de libre albedrío y su papel en la ley. El informe destaca que el conocimiento neurocientífico puede informar la toma de decisiones legales, pero no debe reemplazar las convenciones sociales que han guiado el desarrollo basado en derechos humanos. Además, enfatiza que la

irracionalidad humana persiste y que una perspectiva puramente científica no puede ser la base única para la ley. La neurotecnología se presenta como herramienta, subrayando que su desarrollo debe centrarse en servir a los seres humanos sin alterar las convenciones sociales fundamentales.

El informe dedica un capítulo a la gobernanza de las nuevas tecnologías. Se destaca la necesidad de un enfoque responsable en la investigación y la innovación en neurotecnología. Propone anticipar los efectos mediante escenarios imaginarios, enfatizando la “ética por diseño”. La innovación responsable en neurotecnología requiere guías claras para identificar y comunicar sus impactos, evitando exageraciones. Se resalta la importancia de abordar diferencias en definiciones y enfoques de Investigación e Innovación Responsable (RRI). Tres preguntas clave guían el proceso de RRI: ¿quién se beneficia y a qué costo?, ¿cuáles son las incertidumbres y posibles implicaciones?, y ¿quién controla el acceso y bajo qué condiciones? Se aboga por regulaciones adecuadas y la formulación de “neuroderechos” en una futura Declaración Universal de la UNESCO sobre el Cerebro Humano y los Derechos Humanos. Se enfatiza la importancia de abordar el riesgo de nuevas desigualdades derivadas de la neurotecnología, proponiendo medidas como licencias gratuitas para países en desarrollo y agrupaciones de patentes. Las métricas de transferencia responsable deben considerar beneficios sociales, equidad y gobernanza anticipada.

Se señala que educar al público sobre los posibles efectos cognitivos y emocionales de la neurotecnología es un requisito previo para el compromiso público. Sin embargo, enfrentarse a una tecnología tan avanzada puede ser un desafío para cerrar la brecha de conocimiento entre los ciudadanos y los expertos. Además, la distribución y el acceso a la neurotecnología, tanto desde el punto de vista de su acceso como desde el punto de vista del conocimiento necesario para usarla, es desigual entre países y regiones del mundo y también dentro del mismo país debido a la estratificación social (la llamada “brecha tecnológica”). La educación debe dirigirse a varios públicos, incluidos los maestros. La UNESCO podría proporcionar capacitación y apoyo para el desarrollo de capacidades.

El informe destaca la importancia del involucramiento de la industria en el desarrollo de la neurotecnología, especialmente en sus etapas iniciales. Se enfatiza la responsabilidad de las empresas en la creación de productos de neurotecnología y la necesidad de estándares éticos y buenas prácticas. Se aboga por la estandarización en la innovación en neurotecnología para garantizar un impacto positivo en la salud y la sociedad. La privacidad por diseño se destaca como crucial debido a la sensibilidad de los datos cerebrales. Se sugiere un enfoque de “ética por diseño” y la creación de un juramento de innovación responsable para los profesionales involucrados. Además, se explora el papel de las asociaciones público-privadas (APP) en la investigación y desarrollo de neurotecnología. Se menciona la importancia de equilibrar el interés público y privado y se resalta la necesidad de una buena gobernanza para salvaguardar la identidad personal y los datos. También se abordan los posibles conflictos de interés, cuestiones éticas y legales en las APP, y se destaca la importancia de la participación activa del público y la sociedad civil en los debates sobre la neurotecnología.

Recomendaciones

El informe culmina con recomendaciones específicas a los distintos sectores involucrados en el progreso. Se identifica las características humanas fundamentales y los derechos humanos asociados que podrían desafiarse con esta tecnología, a saber:

a) Integridad cerebral/mental y dignidad humana. Las crecientes posibilidades neurotecnológicas de modificar el cerebro, y consecuentemente la mente, de manera invasiva y perversiva, sirven para reforzar la idea de que el valor de la persona debe considerarse en su totalidad.

b) Identidad personal. Esto se refiere a nuestra capacidad para pensar y sentir por nosotros mismos, independientemente de cómo se aplique la neurotecnología. Es posible que cuando los cerebros están conectados a computadoras, la identidad individual pueda diluirse, en parte porque los algoritmos les ayudan a tomar decisiones y pueden difuminar la participación del yo individual. Por lo tanto, debemos preservar el control de los individuos sobre la neurotecnología inductora de decisiones.

c) Libertad de pensamiento, libertad cognitiva y libre albedrío. Las actividades cerebrales que permiten el libre albedrío están altamente conectadas con la identidad personal. Las herramientas externas que pueden interferir con nuestras decisiones pueden cuestionar, o incluso desafiar, el libre albedrío de un individuo, y, consecuentemente, las responsabilidades individuales. De esta manera, la neurotecnología podría afectar la libertad de pensamiento, la toma de decisiones y la acción, lo que podría tener un impacto profundo en los sistemas de justicia y las organizaciones sociales.

d) Privacidad mental y confidencialidad de datos cerebrales. Hay problemas específicos que pueden surgir de los datos cerebrales recopilados por la neurotecnología. La actividad mental es la parte más íntima del ser humano y debe protegerse contra interferencias ilegítimas. Las neurotecnologías pueden adquirir muchos datos de los usuarios y estos datos deben protegerse. Algunos aspectos de estos datos ya están sujetos a regulación: datos de salud y datos personales, al menos en jurisdicciones que han adoptado leyes como el GDPR. Esto se ilustra mediante:

i) La especificidad de los datos cerebrales radica en las inferencias que se pueden extraer de su análisis sobre la conciencia real, el estado emocional o incluso los pensamientos. Es esencial proteger la confidencialidad absoluta de este tipo particular de datos y la inviolabilidad de la mente en la que están anidados.

ii) Las inferencias que se pueden extraer del análisis de datos cerebrales también pueden permitir la predicción del comportamiento de un individuo. El análisis de datos a gran escala permite inferencias sensibles a la privacidad a partir de datos no sensibles. Aquí hemos identificado el riesgo de la neurovigilancia, monitoreo, por ejemplo, del compromiso o la conciencia atencional en el lugar de trabajo o en la escuela. Por lo tanto, se debe proteger la confidencialidad de los datos cerebrales. Los datos cerebrales deben considerarse como datos personales sensibles.

e) Justicia distributiva. La neurotecnología puede traer beneficios para los seres humanos, especialmente para la salud neurológica y mental, pero también en varios otros campos como la educación. Sin embargo, su disponibilidad y accesibilidad pueden presentar un problema si aumentan las desigualdades al conferir privilegios a unos pocos que pueden tener acceso, excluyendo a aquellos que no tienen acceso por razones económicas, sociales, culturales, morales, religiosas o geográficas. Es necesario asegurar un acceso bien regulado y justo a estas tecnologías.

f) Discriminación/prejuicio. Los algoritmos que impulsan la mayoría de las neurotecnologías contemporáneas, trabajando según un promedio o estándar, clasifican a las personas de las cuales se recopilan los datos en grupos, reforzando así prejuicios que pueden resultar en discriminación y aumentar la vulnerabilidad de individuos y grupos. Es necesario detectar el sesgo y el prejuicio en los algoritmos de clasificación e idear formas de eliminarlos antes de implementar la inteligencia artificial y las neurotecnologías en la población en general.

g) Uso indebido. Este problema se refiere al uso no autorizado o coercitivo de la neurotecnología, como una violación de la ciberseguridad en caso de acceso fraudulento a datos neuronales. La interferencia de terceros en la función del dispositivo con fines no benignos o la piratería maliciosa también son preocupaciones serias.

h) Aumento/mejora. Algunas neurotecnologías se están desarrollando con el propósito de mejorar las capacidades cognitivas. Hay preguntas éticas serias sobre cómo se puede usar este tipo de “neurotecnología mejoradora”, dada la falta de seguridad y eficacia, y los desafíos relacionados con la dignidad humana, la autonomía y la justicia.

i) Intereses del niño. Es necesario prestar especial atención a las formas en que las neurotecnologías podrían afectar el cerebro en la infancia y la adolescencia. En este período de desarrollo rápido y definitorio de la vida del cerebro, es imperativo preservar los futuros derechos de los niños y adolescentes para tomar decisiones autónomas, así como su privacidad. Se deben implementar consideraciones especiales y pautas y regulaciones específicas cuando se utilizan neurodispositivos en la atención médica de niños y adolescentes, o por ellos para uso personal, como la neurojuegos o la neuroeducación.

j) Consentimiento informado. Dada la posibilidad de cambios en la percepción de la identidad personal y las habilidades cognitivas, se deben seguir procedimientos adicionales de salvaguardia y procedimientos de consentimiento informado robustos y específicos del contexto en vista de la naturaleza de la tecnología.

Considerando estos desafíos, el Informe discutió varias opciones para reconocer y proteger los neuroderechos. Entre los que menciona están agregar protocolos a tratados internacionales, como la Declaración Universal de Derechos Humanos, para abordar los desafíos planteados por las neurotecnologías; reforzar la Declaración Universal de Derechos Humanos, considerando que la neurotecnología desafía los derechos humanos existentes y que se requerirán nuevas garantías basadas en el potencial de infracciones o bien elaborar una Nueva Declaración Universal de Derechos Humanos y Neurotecnología.

El informe considera que los neuro derechos abarcan ciertos derechos humanos que ya están reconocidos en leyes nacionales, leyes internacionales, instrumentos internacionales de derechos humanos y otros documentos de consenso desde una perspectiva diferencial.

El informe del CIB destaca la necesidad de que la UNESCO tome medidas en respuesta a los avances en neurotecnología. Además, propone que se forme un grupo multidisciplinario de expertos para desarrollar un modelo de gobernanza orientado a políticas, supervisar el progreso y evaluar la efectividad de los marcos legales existentes. Se subraya la importancia de consideraciones fundamentales, como la protección universal de las actividades cerebrales, el consentimiento informado para el uso de datos cerebrales y la prevención de la discriminación basada en características mentales.

Sobre la base de los derechos humanos reconocidos constitucionalmente, el Comité anima a los Estados Miembros a garantizar los neuroderechos. Asimismo, respalda activamente el desarrollo responsable de la investigación en neurotecnología, instando a la comunidad de investigación a adoptar medidas de protección, neuroderechos, consentimiento informado, protección de la privacidad, adhesión a “ciencia abierta”. Se destaca la importancia de mitigar riesgos como el uso dual y el sesgo, promoviendo la diversidad en equipos y participantes. Se subraya la importancia de capacitar a los comités de ética para evaluar proyectos de investigación en neurotecnología. En resumen, se busca un enfoque integral y ético que respete los derechos humanos y promueva la inclusión y la responsabilidad en el desarrollo de la neurotecnología.

Realiza también la Comisión recomendaciones a la industria, principalmente orientadas a un enfoque ético y responsable en el desarrollo de neurotecnología, instando a la creación de un Código de Conducta basado en los neuroderechos y la colaboración multidisciplinaria. Su llamado abarca la atención a desafíos en consentimiento informado y privacidad, la adopción de principios de ‘Ciencia Abierta’, y la mitigación de riesgos como el uso dual y el sesgo a través de medidas inclusivas que fomenten la diversidad. Destaca la importancia de un desarrollo acorde con estándares de derechos humanos, enfocándose en la transparencia algorítmica y la seguridad. La iniciativa busca la participación activa de diversos grupos, instando a capacitar a los comités de ética para evaluar proyectos de investigación en neurotecnología, promoviendo así un enfoque ético y respetuoso de los derechos humanos en este campo.

Finalmente, el Comité realiza una recomendación al público en general. Pide el desarrollo de marcos nacionales mejorados y más sistemáticos para facilitar esfuerzos significativos de Educación, Participación y Empoderamiento relacionados con la neurotecnología, y por lo tanto, insta al público a proteger sus datos, tomar conciencia de los posibles beneficios y riesgos de la neurotecnología, que participe en cuestiones de neuroética y neuroderechos, ya sea individualmente o mediante la formación de grupos de interés, utilice medios legales y presión pública, para prevenir posibles abusos.

Recomendación del Consejo ejecutivo de la UNESCO del 6 de abril de 2023

El Consejo Ejecutivo de la Unesco, en su 216a reunión en París, el 6 de abril de 2023 se expidió sobre la conveniencia de disponer de un instrumento normativo sobre la ética de la neurotecnología. Basándose en el informe del Comité Internacional de Bioética (CIB) sobre los aspectos éticos de la neurotecnología y en el debate mundial en curso sobre la necesidad de establecer un marco normativo universal que oriente el desarrollo y la aplicación éticos de esta tecnología en rápido avance, elaboró un documento que incluye una recomendación para examinar la posibilidad de elaborar un instrumento normativo en este ámbito.

Dicho instrumento normativo sería la primera norma mundial en este ámbito, articularía valores y principios y proporcionaría orientaciones estratégicas sobre su aplicación en los ámbitos sociales y económicos pertinentes.

El instrumento podría tener una importancia fundamental para crear consenso entre las principales partes interesadas (responsables políticos e instancias decisorias, sociedad civil, comunidad académica y sector comercial) sobre un marco de gobernanza que permita aprovechar los beneficios de la neurotecnología y garantizar su acceso equitativo a escala nacional e internacional, y al mismo tiempo mitigue los riesgos asociados para los derechos humanos y las libertades.

Al reforzar la configuración internacional de derechos humanos vigente, el instrumento normativo también podría subsanar las deficiencias en materia de gobernanza que pueda provocar una repercusión negativa (ya sea deliberada o involuntaria) de la neurotecnología en las personas y las sociedades. De este modo, contribuiría a los esfuerzos nacionales, regionales e internacionales por legislar y adoptar medidas de protección sólidas para los derechos humanos.

Conferencia internacional sobre la ética de la neurotecnología

El Sector de Ciencias Sociales y Humanas de la UNESCO realizó el 13 de julio de 2023, la Conferencia Internacional sobre la Ética de la Neurotecnología. El evento contó con la participación de altos funcionarios, responsables políticos, principales expertos y profesionales del ámbito, así como representantes del mundo académico, la sociedad civil y el sector privado a nivel global. El propósito de la conferencia fue discutir los últimos avances en neurotecnología, sus implicaciones éticas y su impacto en los derechos humanos.

La Subdirectora General de Ciencias Sociales y Humanas inauguró el evento reconociendo que el acelerado progreso de la neurociencia había mejorado significativamente nuestra comprensión del cerebro, permitiendo abordar diversos desafíos neurológicos y de salud mental. Sostuvo que la convergencia entre la neurotecnología y la inteligencia artificial (IA) era especialmente significativa y potencialmente perjudicial, ya que los algoritmos podían decodificar los procesos mentales y acercarnos a la manipulación de los mecanismos cerebrales fundamentales. Señaló asimismo que estas tecnologías planteaban desafíos éticos y de derechos humanos, incluyendo la elaboración

de perfiles y la vigilancia masiva a una escala sin precedentes, haciendo imperativa la formulación de marcos éticos globales. En la conferencia se destacaron las transformaciones que la neurotecnología ya estaba generando en diversos campos y la necesidad de una normativa que se adaptara al rápido desarrollo tecnológico.

Los participantes, incluyendo expertos del sector privado, subrayaron la importancia de generar confianza en estas tecnologías, especialmente cuando se destinaban a productos de consumo. Se hizo hincapié en la necesidad de establecer un sólido marco de gobernanza mundial, y se sugirió que la UNESCO proporcionaba un entorno propicio para el diálogo de múltiples partes interesadas para la elaboración de dicho marco.

Además, la conferencia presentó las conclusiones de una nueva publicación de la UNESCO que reveló un notable crecimiento en la inversión privada y en la producción de conocimiento en este campo desde el año 2000.

Con base en las discusiones y hallazgos, se decidió que era oportuno y pertinente que la UNESCO preparara un instrumento normativo sobre la ética de la neurotecnología en forma de recomendación.

2.2.c Ley modelo de neuroderechos para América Latina y el Caribe

El Parlamento Latinoamericano y Caribeño (Parlatino) el 19 y 20 de mayo de 2022 elaboró en la ciudad de Panamá una ley modelo de neuroderechos para América Latina y el Caribe.

La ley modelo, se basa en el hecho de que la evolución de la neurociencia y neurotecnologías es imparable. En las décadas por venir habrá dispositivos capaces de decodificar la información de nuestro cerebro, amplificar nuestros sentidos o modificar nuestros recuerdos. La posibilidad de saber cómo controlar las emociones, identificar los pensamientos o acceder a la memoria, puede llegar a ser una amenaza para la salud mental de los seres humanos. Los neuroderechos constituyen un nuevo marco jurídico internacional de derechos humanos destinados específicamente a proteger el cerebro y su actividad a medida que se producen avances en la neurotecnología.

La ley modelo contiene una propuesta normativa amplia, sin demasiadas especificidades y remitiéndose básicamente al marco filosófico conceptual, consiste en que ella debe facilitar su uso como referente legislativo y eventualmente su adopción por parte de cualquier país, lo cual implica adaptarla a las condiciones propias de este en todos los campos: sociocultural, económico, político, jurídico e institucional.

La ley se divide en tres capítulos de disposiciones: preliminares, generales y finales y un Anexo. Según señala el proyecto, su objetivo es posibilitar que progresivamente los países se comprometan efectivamente en la promoción y desarrollo de los neuroderechos, con una visión sociocultural, de cara al desarrollo sustentable y sostenible, dentro del criterio fundamental de la neuroética.

Incluye los siguientes derechos fundamentales, sin perjuicio de la inclusión de otros en el futuro:

- a) Derecho a la privacidad mental (los datos cerebrales de las personas).
- b) Derecho a la identidad y autonomía personal.
- c) Derecho al libre albedrío y a la autodeterminación.
- d) Derecho al acceso equitativo a la aumentación cognitiva o al desarrollo cognitivo.
- e) Derecho a la protección de sesgos de algoritmos o procesos automatizados de toma de decisiones.
- f) El derecho inalienable a no ser objeto de cualquier forma de intervención de las conexiones neuronales o cualquier forma de intrusión a nivel cerebral mediante el uso de neurotecnología, interfaz cerebro computadora o cualquier otro sistema o dispositivo, sin contar con el consentimiento libre, expreso e informado, de la persona o usuario del dispositivo, inclusive en circunstancias médicas. Aun cuando la neurotecnología posea la capacidad de intervenir en ausencia de la conciencia misma de la persona.
- g) Derecho a no ser sujeto involuntario o no informado, de cualquier proceso o actividad que pueda de alguna manera interferir en los procesos cognitivos del individuo. Esto incluye otras prácticas no necesariamente relacionadas directamente con las neurotecnologías, como la hipnosis y la sugestión.

El proyecto normativo deja librado a cada país la definición de la Autoridad Competente, aunque detalla sus misiones y funciones.

En sus disposiciones finales, la ley procura reflejar un compromiso de aplicación universal, declarando que estos derechos son de ejercicio general y obligatorio para todos los habitantes del territorio nacional, independientemente de su ubicación geográfica, nivel educativo o ingresos.

En cuanto a las vías procesales para su tutela, el proyecto reconoce el derecho de toda persona a interponer una acción legal rápida y específica contra actos u omisiones que lesionen su integridad cerebro-mental, con el Estado Nacional comprometido a reconocer amplios derechos de reparación en casos de aplicación no consentida o mal informada de neurotecnologías. La legislación insta a cada país a realizar adecuaciones administrativas y legislativas según sus particularidades, establece un procedimiento administrativo que garantiza la defensa del imputado y la posibilidad de recurso, y propone que, en caso de adopción, la ley entre en vigencia desde su publicación y sea reglamentada prontamente.

La ley contiene también un anexo teórico conceptual en donde se desarrollan conceptos y principios.

2.2.d Las neurotecnologías en el marco de la OEA

En el contexto de la Organización de los Estados Americanos (OEA), también se han proyectado discusiones en torno a las implicaciones de las neurociencias en el ámbito de los derechos humanos. En respuesta a estos debates, se han emitido dos documentos que sirven como directrices significativas, aunque sin carácter vinculante, para orientar situaciones relacionadas con los avances en neurociencia y el desarrollo de neurotecnologías en el marco de los derechos humanos.

Declaración sobre Neurociencia, Neurotecnologías y Derechos Humanos: Nuevos Desafíos Jurídicos Para Las Américas

El primer pronunciamiento de la OEA sobre neurotecnologías y la protección de abusos potenciales surgidos de su indebida utilización fue en agosto de 2021.

La Declaración destaca que “los avances de la neurociencia y el desarrollo de las neurotecnologías, plantean importantes preocupaciones éticas y jurídicas sobre su impacto final en principios, derechos y libertades fundamentales como la dignidad humana, el libre desarrollo de la personalidad, la identidad y la autonomía, el derecho a la privacidad e intimidad, la libertad de pensamiento y de expresión, la integridad física y psíquica, el disfrute del más alto nivel posible de salud física y mental y el acceso a remedios, la igualdad ante la ley, así como a la protección judicial en caso de daños, entre otros”.

En ese sentido, la Declaración contempla algunos desafíos sobre los que se debe dar respuesta:

Condicionamiento de la personalidad y pérdida de autonomía: la Declaración aclara que ampara la autonomía personal entendida como la capacidad para desarrollar la propia personalidad y aspiraciones, determinar su propia identidad, el control de las funciones corporales y de las decisiones, y el establecimiento de las relaciones interpersonales. Aclara que esa autonomía puede encontrarse en riesgo ante el avance de las neurotecnologías y por el uso indiscriminado y no regulado de aplicaciones o dispositivos tecnológicos”.

Intervenciones legítimas en materia de salud, integridad física y mental: la salud ha sido entendida como un estado completo de bienestar físico, mental y social y no solamente como la ausencia de enfermedades. Dentro de los contenidos de exigibilidad inmediata del derecho a la salud se encuentran el derecho al consentimiento informado frente a cualquier intervención médica en el cuerpo (en relación con el derecho de acceso a la información); y el derecho al secreto médico respecto de todo aspecto vinculado a la atención en salud (referente al derecho a la vida privada).

La preocupación del Comité Jurídico de la OEA recae en el ámbito de las neurotecnologías (especialmente aquellas de uso no médico), ya que faltan estándares y normativas claras que garanticen información adecuada, la voluntariedad, la preservación de la libertad y autoconciencia, la determinación del grado de riesgos asumibles, y el secreto del contenido de los datos de la actividad cerebral. En ese sentido, se afirma que “los usos de las neurotecnologías para la curación de enfermedades serán siempre legí-

timos. Sin embargo, es problemático determinar qué es enfermedad en algunos casos, qué es mejora de defectos o insuficiencias, y qué es potenciación o aumento cognitivo, lo que puede generar vacíos legislativos y regulatorios que impacten en los derechos de las personas”.

Privacidad mental y protección de datos neuronales obtenidos a partir del uso de neurotecnologías: la protección de la privacidad se caracteriza por asegurar que las personas queden exentas e inmunes a invasiones o agresiones abusivas provenientes de terceros o del propio Estado. En este contexto, la Declaración subraya que el sistema interamericano de derechos humanos reconoce que el derecho a la privacidad implica resguardar a las personas de interferencias en su esfera íntima, abarcando diversos aspectos vinculados a la dignidad del individuo. Además, advierte que ciertos avances o el desarrollo de herramientas tecnológicas específicas pueden amenazar el derecho a la vida privada, subrayando la importancia de salvaguardar este derecho en el marco de los progresos tecnológicos.

Igualdad de acceso y no discriminación en el uso de las neurotecnologías: El principio de igualdad y no discriminación es base fundamental del marco jurídico interamericano y su contenido incorpora dos grandes dimensiones: una protección contra diferencias en el trato arbitrario y una obligación de adoptar medidas positivas para asegurar condiciones de igualdad sustantiva de grupos históricamente excluidos y discriminados. Los desarrollos y aplicaciones neurotecnológicas pueden generar brechas de acceso a las mismas para gran parte de la población, con los consecuentes impactos en materia de discriminación, particularmente en lo que respecta a las tecnologías de aumentación o potenciación mental.

Libertad de expresión y acceso a la información pública: Los instrumentos interamericanos de derechos humanos protegen una serie de libertades fundamentales, entre las cuales destacan la libertad de expresión, la libertad de asociación, la libertad de reunión, el derecho de acceso a la información pública y los derechos políticos. Todos estos derechos no pueden estar sujetos a limitaciones más allá de las permitidas por la ley, con base en los fines establecidos en el marco jurídico interamericano y de manera proporcional a tales fines. La irrupción de las neurotecnologías plantea algunas preocupaciones en relación al control y monitoreo que los ciudadanos y medios de comunicación pueden tener respecto de ellas.

La Declaración culmina con una serie de recomendaciones para los Estados, el sector privado, la academia y el mundo científico.

Declaración de Principios Interamericanos en materia de Neurociencias, Neurotecnologías y Derechos Humanos

El 9 de marzo de 2023, como una consecuencia de los trabajos llevados a cabo a partir de la mentada Declaración de agosto de 2021, se dictó la “Declaración de Principios Interamericanos en materia de Neurociencias, Neurotecnologías y Derechos Humanos”, enarbolando como estandarte la identidad individual e integridad cognitiva de los individuos frente las intervenciones neurotecnológicas.

Los principios desarrollados fueron los siguientes: Principio 1: Identidad, autonomía y privacidad de la actividad neuronal, Principio 2: Protección de los Derechos Humanos desde el diseño de las neurotecnologías, Principio 3: Los datos neuronales como datos personales sensibles, Principio 4: Consentimiento expreso e informado de los datos neuronales, Principio 5: Igualdad, No Discriminación y Acceso equitativo a las neurotecnologías, Principio 6: Aplicación terapéutica exclusiva respecto al aumento de las capacidades cognitivas, Principio 7: Integridad neurocognitiva, Principio 8: Gobernanza transparente de las neurotecnologías, Principio 9: Supervisión y fiscalización de las neurotecnologías, Principio 10: Acceso a la tutela efectiva y acceso a remedios asociados al desarrollo y uso de las neurotecnología.

Cada uno de ellos cuenta con una conceptualización y comentarios que los informan. El Comité Jurídico Internacional señala que “adopta este documento como una directriz importante, sin carácter vinculante, para las situaciones que se puedan plantear con los avances en neurociencia y el desarrollo de neurotecnologías sobre los derechos humanos. Se toman en cuenta normas vigentes de carácter internacional sobre derechos humanos y se las aplica, adaptándolas al ámbito de las neurotecnologías. El desarrollo de estos principios es el resultado de un trabajo de análisis de las normas y estándares internacionales vigentes que pueden aplicarse en el desarrollo de las neurotecnologías para adelantarse en las buenas prácticas y combatir cualquier situación que tienda a vulnerar los derechos de las personas” (OEA, 2023).

De ese modo, en su carácter de órgano consultivo, el CJI plasmó las preocupaciones éticas y jurídicas sobre el impacto de la neurociencia y el desarrollo de las neurotecnologías en principios, derechos y libertades fundamentales.

2.2.e Impulsos normativos desde la Unión Europea: Declaración de León sobre Neurotecnología, un enfoque centrado en la persona y basado en los derechos humanos

A nivel de la Unión Europea (UE), el debate entre los Estados miembros está en una fase incipiente. No obstante, impulsado por la estrategia de la Comisión Europea en la Web 4.0 y el mundo virtual los Estados miembros han comenzado a reflexionar sobre la promoción de neurotecnologías centradas en la persona que respeten los derechos fundamentales.

Si bien la UE ha realizado una amplia labor para proponer un marco jurídico sólido para el mundo digital en consonancia con la Declaración Europea de Derechos y Principios Digitales, los Estados miembros también están elaborando sus propias estrategias para abordar los problemas que se plantean.

En este marco, el 24 de octubre de 2023 los estados miembros de la UE firmaron esta declaración, con su compromiso por reforzar la competitividad de la UE en neurotecnología y su autonomía estratégica abierta en una transformación digital centrada en la persona y orientada a los derechos.

Los Estados miembros instan a la acción con el objetivo de fomentar la cooperación público-privada para el desarrollo de neurotecnologías basadas en derechos y ciberseguras. Además, buscan cerrar la brecha entre investigación, innovación y mercado, promoviendo un ecosistema dinámico. Se hace hincapié en medidas de apoyo e inversión a través de incubadoras y aceleradoras, sin implicar compromisos financieros inmediatos. La declaración aboga por el diálogo entre la Comisión Europea y los Estados miembros, la concienciación de los líderes en innovación hacia un enfoque centrado en el ser humano, la información activa al público y la creación de un ecosistema fiable y transparente para el uso de neurotecnologías.

Además, se destaca la colaboración con organismos de normalización para establecer normas, incluidas aquellas centradas en la ciberseguridad y la defensa de los derechos humanos, con el objetivo de consolidar la posición de la UE en los mercados emergentes relacionados con las neurotecnologías.

La declaración subraya la necesidad de actuar ahora para garantizar un enfoque ético, centrado en la persona y basado en los derechos humanos en el desarrollo y uso de la neurotecnología en Europa. Es la primera declaración a nivel mundial, donde se realiza un llamado a los Estados miembros a fin de resguardar los derechos humanos en relación a estas nuevas tecnologías.

2.3 ALGUNAS PROYECCIONES LOCALES

A continuación, se repasarán algunos ejemplos de los esfuerzos normativos existente a nivel local sobre la temática. La revisión en modo alguno busca ser exhaustiva, sino simplemente ejemplificativa de la situación existente en algunos países.

2.3.a Argentina

En el caso específico de nuestro país, no encontramos una regulación específica sobre el tema en estudio, aunque la problemática que suscita el avance de las neurotecnologías está cobrando relevancia en la doctrina científica e incluso, en algunas áreas del Poder Judicial (sobre todo en el fuero penal juvenil).

Sin perjuicio de ello, se vislumbran algunos intentos para establecer un marco jurídico y ético a la cuestión. En este sentido, diversos Diputados presentaron el Anteproyecto de Ley 0399-D-2022 con el objetivo de modificar el artículo 134 del Código Procesal Penal Federal y el artículo 1 de la Ley de Ejecución Penal N° 24.660.

El proyecto busca legislar sobre usos de técnicas de imagen cerebral y cualquier otro tipo de neurotecnologías que, a partir de los datos relativos a la estructura y/o función cerebral, permitan de algún modo inferir la actividad mental, en todos sus aspectos, exigiendo orden judicial y consentimiento informado, previo ser informados sobre sus finalidades y alcances.

Así, propicia la modificación del art. 134 del CPPF por el siguiente texto: “Artículo 134.- Libertad probatoria. Podrán probarse los hechos y circunstancias de interés para la solución correcta del caso por cualquier medio de prueba, salvo que se encuentren expresamente prohibidos por la ley. Además de los medios de prueba establecidos en este Código se podrán utilizar otros, siempre que no vulneren derechos o garantías constitucionales y no obstaculicen el control de la prueba por los demás intervinientes. Entre estos medios se incluyen las técnicas de imagen cerebral y cualquier otro tipo de neurotecnologías que, a partir de los datos relativos a la estructura y/o función cerebrales, permitan de algún modo inferir la actividad mental, en todos sus aspectos. Sólo podrán ser empleados por orden judicial y con el consentimiento explícito de la persona, que previamente deberá ser informada sobre sus finalidades y alcances”.

Y del art. 1 de la Ley 24.660 por el siguiente: “Artículo 1º.- La ejecución de la pena privativa de libertad, en todas sus modalidades, tiene por finalidad lograr que el condenado adquiera la capacidad de respetar y comprender la ley, así como también la gravedad de sus actos y de la sanción impuesta, procurando su adecuada reinserción social, promoviendo la comprensión y el apoyo de la sociedad, que será parte de la rehabilitación mediante el control directo e indirecto. El régimen penitenciario a través del sistema penitenciario, deberá utilizar, de acuerdo con las circunstancias de cada caso, todos los medios de tratamiento interdisciplinario que resulten apropiados para la finalidad enunciada siempre que no vulneren derechos o garantías constitucionales respetando las actividades mentales en todos sus aspectos. Los tratamientos que incluyen técnicas de imagen cerebral y cualquier otro tipo de neurotecnologías que, a partir de los datos relativos a la estructura y/o función cerebrales, permitan de algún modo inferir la actividad mental, en todos sus aspectos, sólo podrán ser empleados por orden judicial y con el consentimiento explícito de la persona, que previamente deberá ser informada sobre sus finalidades y alcances. En todos los casos deberán omitirse sesgos discriminatorios, tanto de carácter cognitivo como algorítmicos”.

Suscitan especial atención los fundamentos del proyecto, en tanto de su lectura se revela la marcada preocupación de los autores por el avance de esta novedosa tecnología y la falta de regulación específica en nuestro país.

Los ideólogos de esta propuesta admiten que se trata de la primera introducción de algunos de los neuroderechos en la legislación positiva argentina. Reseñan que, desde la década del 80 del siglo XX a la fecha, la neurobiología ha avanzado considerablemente sobre las causas del comportamiento humano y que dicho desarrollo ha generado (y sigue generando) discusiones éticas, filosóficas y jurídicas sobre sus alcances, lo cual lleva indefectiblemente a la conclusión que se deben definir sus términos y legislar sobre el asunto.

Hacen hincapié en los cuestionamientos realizados por el Derecho en general y por la dogmática penal, en particular, acerca de los impactos negativos de estos desarrollos científicos, señalando que nuevos estudios neurocientíficos establecen que la memoria y los recuerdos son absolutamente mutables y que ya se están discutiendo las intervenciones que permitirían perder recuerdos, borrar o alterar engramas (estructuras

neuronales que codifican recuerdos) como también que se ha demostrado posible la creación de recuerdos falsos.

Afirman que “los eventuales avances judiciales sobre los terrenos de los dominios cerebral y mental pueden resultar atentatorios de varias garantías” como la privacidad dejando sentado, sin embargo, que ella se encuentra alcanzada por el art. 19 de la Constitución Nacional y el art. 11 de la CADH (en función del art. 75 inc. 22 de la Carta Magna). Por ende, el Estado no podría “hurgar” en los contenidos mentales de los ciudadanos.

Luego de un minucioso repaso por toda la problemática neurobiológica y neurocientífica y el examen de antecedentes internacionales y nacionales, los firmantes del proyecto concluyen que “llega la hora de tomar decisiones que, recogiendo todas las experiencias, con desarrollo de propios criterios, comiencen a dar pasos en la toma de resguardos regulatorios (neuroderechos), respecto de aquellas afectaciones que ya son tangibles y que devienen necesarias. Todo ello de la mano de los fundamentos inmanentes de las Ciencias Jurídicas (Neurojurídica). Así llegamos a la generación del presente proyecto donde por primera vez se protege la indemnidad cerebro-mental en la Ley Procesal Penal y la Ley de Ejecución Penal (...) Con esta inicial actividad legisferante en torno de neuroderechos en el proceso penal y en el ámbito de ejecución de la pena, daremos paso a un proceso dinámico de visualización crítica de la capacidad de cobertura de las leyes vigentes sobre eventuales formas lesivas novedosas derivadas de los empleos maliciosos de las neurotecnologías y sus afines en las distintas ramas del sistema legal”.

Recientemente, el Senador Nacional por la Provincia de Río Negro, Claudio Martín Doñate, presentó un proyecto de ley para crear una Comisión Bicameral Especial para la redacción de propuestas legislativas que tiendan a la protección integral de los neuroderechos “como derechos esenciales y fundamentales de todas las personas humanas ante los tratamientos, avances, desarrollos, investigaciones y/o intervenciones de las neurociencias y las neurotecnologías”.

Algunos de los objetivos de la Comisión son “c) Debatir las cuestiones éticas y filosóficas que se suscitan ante los avances de las neurociencias y las neurotecnologías, respecto a la concepción del hombre como sujeto de derecho (...) f) Contribuir a la obtención de consensos que sustenten las decisiones que se adopten en la materia objeto de la o las regulaciones que se proponen”.

Para ello, contempla la conformación de un “Consejo Consultivo Interdisciplinario de Especialistas (...) compuesto por un/a (1) presidente/a y nueve (9) integrantes que podrán ser: médicos/as psiquiatras y/o neurólogos/as, psicólogos/as, filósofos/as, antropólogos/as, semiólogos/as, lingüistas, juristas, científicos/as, investigadores/as, consultores/as, magísteres, especialistas y/o profesionales con acreditada formación y experiencia en los temas que conforman el objeto y fines de la presente Comisión”.

El proyecto prevé que cada tres (3) meses la Comisión “elaborará informes parciales de carácter público, en los que dé cuenta y razón de las labores realizadas y los avances producidos en el cumplimiento de su objeto. Una vez cumplimentado plenamente su objeto, la Comisión Bicameral Especial emitirá un informe pormenorizado, de carácter

público, el cual será remitido inmediatamente a sendas Cámaras del Congreso de la Nación, para su consideración, con indicación de los objetivos alcanzados, las conclusiones de su labor, las informaciones de utilidad y las propuestas legislativas”.

También se estipula que la Comisión concluirá su objeto en un plazo no mayor a un (1) año a partir de su constitución, prorrogable por única vez por idéntico término de tiempo.

Entre los fundamentos que esgrime el Senador Doñate para la creación de esta Comisión, resulta dable destacar cuando refiere que “La velocidad del avance en neurotecnología es tal que, impacta en la sociedad sin una comprensión clara de las implicaciones para la vida humana. Es necesario preguntarse el porqué, el para qué, cuándo y cómo. Uno de los aspectos que genera mayor preocupación, por ejemplo, es el uso de neurotecnologías para revelar información sobre la actividad cerebral de un individuo. Esto implica la posibilidad de decodificar pensamientos, actividades mentales y rasgos de personalidad (...) Es evidente que, las neurotecnologías tienen un propósito médico y terapéutico, dirigido principalmente al diagnóstico, evaluación y tratamiento de trastornos neuronales. Sin embargo, también pueden ser utilizadas con otros objetivos (militares, marketing, campañas electorales), lo que inevitablemente generará repercusiones significativas para la humanidad. Esto, nos impulsa a implementar las herramientas necesarias para su regulación temprana, o al menos no tardía”.

Entre los antecedentes que cita cabe resaltar las Recomendaciones del Comité Internacional de Bioética (CIB) de la UNESCO y su último informe, el tratamiento y desarrollo de la legislación, jurisprudencia y doctrina de Chile de las neurotecnologías, como también algunos antecedentes nacionales entre los que se destaca la investigación de la “Agencia de Acceso a la Información Pública” (AAIP) sobre las actividades de recolección de datos personales que la empresa “Worldcoin” ejecuta en el país, cuando alcanzó notoriedad pública por el procedimiento de escaneo del rostro e iris de numerosas personas a cambio de una compensación económica en distintos puntos de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y de las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Mendoza y Río Negro, en tanto ello podría afectar derechos reconocidos por la Ley 25.326.

También puede mencionarse, para evidenciar el interés que la temática está generando en ámbitos legislativos, que el 21 de agosto de 2021, en el marco de una capacitación en procedimiento parlamentario para estudiantes denominada “Cambio de Roles”², se abordó la temática sobre la regulación de neuroderechos. Estudiantes de las Universidad de San Andrés, Torcuato Di Tella, La Matanza, Nacional de Chile y de Mendoza trabajaron en el desarrollo de un proyecto de ley sobre la temática.

² Cambio de Roles es una actividad organizada por el Instituto de Estudios Estratégicos y Relaciones Internacionales del Círculo de Legisladores que tiene por objetivo acercar a los jóvenes al Parlamento. Con motivo de este proyecto, estudiantes de universidades públicas y privadas de todo el país participan en la elaboración y tratamiento de proyectos de ley que luego quedan a disposición de las cámaras para que sean tratados durante el período parlamentario.

Algunos doctrinarios (Salort et al, 2020) coinciden con la necesidad de establecer un régimen normativo que regule el avance y la aplicación de la neurotecnología, aunque consideran que así y todo, en el estado actual, diversos ordenamientos vigentes amparan los derechos que podrían ser vulnerados por las neurotecnologías.

Respecto al derecho a la privacidad mental y a la identidad personal, estos estarían contemplados en el art. 19 de la Constitución Nacional, el art. 1 de la Ley 25.326 de Protección de Datos Personales. Los autores citados consideran al cerebro humano como una gran y compleja base de datos que debe ser protegida, más allá del aparente consentimiento. Por esa razón, propician una interpretación amplia de los arts. 23, 31, 55 y ccdtes. del Código Civil y Comercial de la Nación pues “La posibilidad de comprensión del uso de la neurotecnología y de las consecuencias que la misma pueda acarrear deben ser plenas”, como también la Ley 24.240 en tanto los desarrollos de las neurotecnologías vienen dados por el sector privado.

En relación al derecho al libre albedrío entienden que “con la neurotecnología se puede alterar y manipular el cerebro, entrometiéndose en la toma de decisiones del individuo, viéndose afectada de esa manera la noción de acto voluntario que trae nuestro ordenamiento en él”.

Al analizar el “Derecho al acceso equitativo al aumento cognitivo”, los autores citados consideran que “encontrarían protección en el artículo 1 de la ley 23.592 de “Actos Discriminatorios”, el que prevé: “Quien arbitrariamente impida, obstruya, restrinja o de algún modo menoscabe el pleno ejercicio sobre bases igualitarias de los derechos y garantías fundamentales reconocidos en la Constitución Nacional, será obligado, a pedido del damnificado, a dejar sin efecto el acto discriminatorio o cesar en su realización y a reparar el daño moral y material ocasionado”.

Por último, al referirse al Derecho a la protección de sesgos algorítmicos, entienden que la Ley 23.592 “que adopta medidas para quienes arbitrariamente impidan el pleno ejercicio de los derechos y garantías fundamentales reconocidos en la Constitución Nacional, es de aplicación para resguardar este neuroderecho y se debe tener en cuenta para evitar que los algoritmos reproduzcan sesgos, sorteando de esa manera tratos desiguales o discriminatorios”, siendo también adaptables al caso los arts. 171 y 1757 del Código Civil y Comercial de la Nación.

Desde otro costado, se comienza a vislumbrar la inquietud que las neurotecnologías generan en diversos operadores jurídicos, sobre todo en el ámbito del derecho penal juvenil.

Ello teniendo en cuenta que la Observación General N° 24 del Comité de los Derechos del Niño de Naciones Unidas (2019) ha recogido las aportaciones de las Neurociencias y en los puntos 22, 32 y 112 precisamente se recomienda tener en cuenta las pruebas documentadas de las neurociencias sobre el desarrollo del cerebro del niño-adolescente y también la necesidad de capacitar en estos temas a los operadores del sistema judicial.

2.3.b Chile

A nivel estatal, Chile ha sido el primer país en reconocer constitucionalmente los derechos del cerebro o neuroderechos al modificar el art. 19 de su Carta Magna en 2021 (Ley 21.383) , que en su punto 1 reza: “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”.

De este modo se procura resguardar a las personas del uso inadecuado de neurotecnologías, que pueden producir alteraciones en el desarrollo crítico de los niños, niñas y adolescentes, impactar en la capacidad de discernimiento, libre albedrío y autonomía de las personas o generar intromisiones en la privacidad mental. Se ha aclarado que no se pretende desincentivar la innovación tecnológica ni la investigación neurocientífica. Lo que se procura es asegurar que estos avances sean respetuosos de los derechos fundamentales de la población.

También resulta de interés mencionar que el nueve de agosto de dos mil veintitrés la Corte de ese país, tuvo la ocasión de expedirse sobre una acción constitucional de protección interpuesta por un particular en contra de la empresa Emotiv Inc., en razón de la venta y comercialización en Chile del dispositivo “Insight”, denunciando que éste no protege adecuadamente la privacidad de la información cerebral de sus usuarios, vulnerando las garantías constitucionales contenidas en los numerales 1, 4, 6 y 24 del artículo 19 de la Constitución Política de la República³.

Tras referirse a las normas que tutelan la privacidad de la información cerebral, y regulan la relación entre derechos y ciencia, señala que “ante la llegada de una nueva tecnología como la que es objeto de autos, que trata de una dimensión que antaño era absolutamente privada y personal, tratada en entornos estrictamente médicos, como es la actividad eléctrica cerebral, se hace absolutamente menester que previo a permitirse su comercialización y uso en el país, sean esta tecnología y dispositivos analizados por la autoridad pertinente, entendiéndose que plantea problemáticas no antes estudiadas por ella.” Se resuelve en dicho pronunciamiento que el Instituto de Salud Pública y la autoridad aduanera evalúen los antecedentes en uso de sus facultades, disponiendo lo que en derecho corresponda, a efectos que la comercialización y uso del dispositivo Insight y el manejo de datos que de él se obtengan se ajuste estrictamente a la normativa aplicable en la especie. Al mismo tiempo, ordena eliminar sin más trámite toda la información que se hubiera almacenado en su nube o portales, en relación con el uso del dispositivo.

2.3.c España

España adoptó en 2021 una Carta de Derechos Digitales, cuyo Artículo XXVI versa sobre “Derechos digitales en el empleo de las neurotecnologías”. Dispone expresamente que

³ El fallo completo está disponible <https://www.diariojudicial.com/uploads/0000053479-original.pdf>

“1. Las condiciones, límites y garantías de implantación y empleo en las personas de las neurotecnologías serán reguladas por la ley con la finalidad de:

- a. Preservar la identidad individual como conciencia de la persona sobre sí misma.
- b. Garantizar la autodeterminación individual, soberanía y libertad en la toma de decisiones.
- c. Asegurar la confidencialidad y seguridad de los datos obtenidos o relativos a sus procesos cerebrales y el pleno dominio y disposición sobre estos.
- d. Ordenar el uso de interfaces persona-máquina susceptibles de afectar a la integridad física o psíquica.
- e. Asegurar que las decisiones y procesos basados en neurotecnologías no sean condicionadas por el suministro de datos, programas o informaciones incompletos, no deseados, desconocidos o sesgados, o por intromisión en conexiones neuronales.

2. Para garantizar la dignidad de la persona, la igualdad y la no discriminación, y de acuerdo en su caso con los tratados y convenios internacionales, la ley regulará aquellos supuestos y condiciones de empleo de las neurotecnologías que, más allá de su aplicación terapéutica, pretendan el aumento cognitivo o la estimulación o potenciación de las capacidades de las personas”.

Este documento, elaborado por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital de España, tiene carácter no vinculante (*soft law*). Su objetivo es establecer un conjunto de derechos que protejan los intereses y las libertades de los ciudadanos en el ámbito digital, garantizando su privacidad y seguridad en internet.

2.3.d México

En México, a instancias de la Comisión de Datos Personales del Sistema Nacional de Transparencia, Acceso a la Información Pública y Protección de Datos Personales, se ha promovido la Carta de Derechos de la Persona Digital. La misma procura ser una instancia de buenas prácticas y recepción de derechos de las personas en el espacio digital. El documento consta de nueve capítulos, entre los que destacan los referidos a derechos de las personas en situación de vulnerabilidad, el de neuroderechos y el de ética en el uso de IA.

El propio documento aclara que tiene una finalidad orientadora como “Código de Buenas Prácticas” y que ha sido emitido de conformidad con los artículos 31, fracción I de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública y 14, fracción XIV de la Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados. Precisa, en consecuencia, que no es vinculante y que se limita a señalar principios, valores y conductas cuya observancia es deseable.

En el capítulo VII se ocupa de los neuroderechos. Entre ellos recepta:

1. Derecho a la preservación de la identidad personal. Reconoce el derecho a la autonomía personal.

2. Derecho a la privacidad neuronal, en especial en relación a la información neuronal, obtenida a través de neurotecnologías avanzadas de forma directa o indirectamente a través de los patrones de actividades de las neuronas, incluyendo sistemas de registro cerebrales tanto invasivos como no invasivos. Recepta que las personas deben prestar consentimiento expreso y por escrito para la medición, análisis o modificación de la actividad cerebral.
3. Derecho al libre albedrío en la toma de decisiones y en el ejercicio de su autonomía, siempre y cuando no vulnere derechos de terceros; sin que las neurotecnologías, pueden ser utilizadas como factor de alteración de la voluntad.
4. Derecho a la equidad en el mejoramiento de la capacidad cerebral. Se reconoce que “Toda persona tiene derecho a la mejora de la actividad cerebral y las capacidades humanas, entendido como el uso de neurotecnologías para aumentar las funciones cognitivas de las personas”.
5. Derecho de protección contra el sesgo y de discriminación, ante el uso de neurotecnología y la neurociencia.

2.3.e Perú

En el caso de Perú, la Secretaría de Gobierno y Transformación Digital de la Presidencia del Consejo de Ministros propuso la creación de una Carta Peruana de Derechos Digitales. Se trata de un documento de carácter oficial, pero no vinculante. Contiene una lista de derechos. Se ha aclarado que la redacción de la Carta se sustenta en la Constitución y las leyes peruanas, por lo que en la práctica no está creando nuevos derechos u obligaciones.

Si bien no recepta en forma expresa neuroderechos, si incluye provisiones en torno a la privacidad e intimidad.

2.4 CONCLUSIÓN

Luego de este análisis descriptivo del marco normativo internacional en el contexto de las nuevas tecnologías, se advierte que la UNESCO ha demostrado notable interés en la preocupación ética y jurídica de los nuevos desarrollos. Sin embargo, la Organización de Estados Americanos (OEA), el Parlamento Latinoamericano (PARLATINO) y la Unión Europea también están dando los primeros pasos en pos de establecer marcos normativos sólidos. La principal preocupación compartida entre los organismos es la protección de la dignidad humana y la salvaguardia de los derechos inherentes a cada individuo frente a los desafíos que plantean las rápidas innovaciones en relación al cerebro.

A nivel local, Argentina cuenta con un proyecto de ley sobre la materia, al tiempo que se evidencia un esfuerzo a nivel local de los Poderes Judiciales por ofrecer capacitaciones sobre el tópico.

Es esencial aclarar que este trabajo de investigación representa un estudio descriptivo, centrado en la observación objetiva de la situación actual que, si bien proporciona una visión valiosa de la preocupación global, es susceptible de evolución constante pues a medida que avanza el desarrollo los desafíos éticos y legales se multiplican.

La comunidad internacional está llamada a seguir colaborando para moldear políticas y regulaciones que se adapten a la dinámica cambiante de las nuevas tecnologías. En conclusión, este trabajo proporciona una instantánea significativa de la situación actual, pero queda claro que es de esperar que en los próximos años surjan nuevas declaraciones y normativas globales.

CAPÍTULO 3

LAS NEUROTECNOLOGÍAS APLICADAS A LA MEDICINA: SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS

3.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LAS NEUROTECNOLOGÍAS

En el campo de la investigación médica, el sistema nervioso ha sido el que ha presentado más interrogantes a lo largo del tiempo. En particular desde el siglo XX se ha intentado conocer más sobre la fisiología y fisiopatología del cerebro, observándose un crecimiento acelerado en los últimos 20 años junto con el gran avance de la tecnología (Cometa et al., 2022) , en especial en los campos de la informática, del procesamiento de datos, del diagnóstico e intervencionismo por imágenes , la nanotecnología y la robótica, lo que ha llevado a acuñar un nuevo término denominado “neurotecnología” que abarca el impacto de estos avances y su interrelación con la neurología, presentando los desafíos e interrogantes de cuáles serán los resultados a mediano y largo plazo, fruto de esta simbiosis que implica más allá de lo neurocientífico exclusivo , dilemas bioéticos y legales de alta relevancia.

Las ramas de la medicina que más se han visto beneficiadas por la neurotecnología son: la neurología clínica, la psicología, la rehabilitación motora, las neuroimágenes y la neurociencia como tal. Describiremos ejemplos donde se está utilizando.

3.1.a Analizar cómo funciona y que actividades se desarrollan dentro del cerebro

La resonancia magnética nuclear (RMN) es un fenómeno cuántico desarrollado en 1937 por Isidor Rabi, profesor de la Universidad de Columbia. En 1946, Félix Bloch de Stanford y Edward Mills del Instituto de tecnología de Massachusetts demostraron el fenómeno. En 1971, el doctor Raymond Damadian demostró que la resonancia magnética podía detectar enfermedades. Damadian creó el primer equipo de resonancia magnética en 1972, pero no fue hasta los años 80 que comenzó a desarrollarse en escala y crecer a nivel mundial. Al ser una técnica no invasiva, se fueron agregando complementos y complejizando lo que permitió ingresar en la neurotecnología aplicada (Vitale, Gelinas, y Cabrera, 2022), apareciendo nuevos equipos para realizar resonancia magnética funcional no invasiva y magnetoencefalografía, que ayudan a descifrar la fisiología del cerebro. En el campo de la depresión, se viene utilizando otra técnica relacionada, denominada magnetoencefalografía (MEG), con muy buenos resultados en esta área de la psiquiatría, con más desaciertos que aciertos.

En el ámbito de la epilepsia, y actualmente en numerosas otras patologías, la electroencefalografía adquiere una relevancia particular. Esta técnica posibilita la de-

tección de cambios en la actividad cerebral, los cuales pueden ser cruciales para el diagnóstico de trastornos neurológicos, especialmente aquellos de índole convulsiva. Todos estos avances de la neurotecnología previamente mencionados facilitan el diagnóstico temprano, permite a los pacientes realizar autodiagnósticos, ayuda en el monitoreo del avance y proporciona una evaluación objetiva del tratamiento. Esta es especialmente relevante en el manejo de condiciones serias como Alzheimer, Parkinson, autismo, esclerosis múltiple, accidentes cerebrovasculares, diversas formas de demencia y epilepsia, entre otras.

3.1.b Una innovadora metodología para adaptar los tratamientos cerebrales

Los avances en neurotecnología están abriendo nuevas posibilidades para el tratamiento personalizado de trastornos del sistema nervioso. Técnicas como la estimulación magnética, que modula la actividad cerebral sin necesidad de cirugía, han demostrado ser efectivas en casos de ansiedad refractarios a medicamentos.

Otros métodos más invasivos, como la estimulación cerebral profunda mediante electrodos implantados, han logrado mejorías notables y duraderas en síntomas motores de Parkinson, distonía o temblor postraumático. Incluso en obesidad se exploran sus beneficios.

Mirando al futuro, las interfaces cerebro-computadora que interpretan la actividad neuronal podrían ayudar a recuperar en parte capacidades de comunicación y lenguaje en personas con parálisis severa o daños medulares.

En definitiva, estas terapias dirigidas a redes neuronales específicas maximizan la eficacia y minimizan efectos adversos. Su potencial es enorme tanto en enfermedades neurológicas como en otros trastornos.

Existe un creciente impacto de las interfaces cerebro-máquinas (Chavarriaga et al., 2021), para lo cual es fundamental establecer normas claras para las neurotecnologías y esta interacción, para poder explotar plenamente su potencial revolucionario en el campo médico. Al incentivar investigaciones profundas, la compatibilidad entre los diferentes conjuntos de datos y mantener un enfoque en el bienestar humano, podemos acelerar el avance de métodos terapéuticos y de asistencia más eficientes. Organizaciones como IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineer) están tomando la iniciativa para crear un marco ético y responsable. En este marco, dichas tecnologías, ya sean aplicaciones clínicas o dirigidas a consumidores, pueden ampliar nuestra comprensión del cerebro y conducir a avances significativos en la atención de la salud. Involucrando activamente a la comunidad científica y de desarrollo, alineando buenas prácticas, normativas y consensos a nivel global, el impacto transformador de las interfaces cerebro-máquina (Fiani et al., 2021) se puede lograr de manera segura y centrada en el ser humano.

3.2 LIMITACIONES ACTUALES DE LA NEUROTECNOLOGÍAS

Pese a las perspectivas y resultados preliminares tan alentadores, la óptima integración de las neurotecnologías a los protocolos médicos convencionales enfrenta aún obstáculos importantes de diversa índole antes de materializar plenamente su reconocido potencial. Algunos de los más determinantes son:

Aspectos regulatorios

La vertiginosa velocidad de innovación en el área de las tecnologías cerebrales aplicadas, suele rebasar la capacidad de actualización de los entes normativos y comités de ética en investigación. Lo anterior genera vacíos legales (Ienca, 2021) e incertidumbre respecto a protocolos óptimos y potenciales efectos nocivos de mediano/largo plazo, lo que entorpece la aprobación de más estudios controlados en humanos o la comercialización de algunas neurotecnologías.

Si bien en algunos países se gestan lineamientos preliminares sobre el uso de dispositivos con interfaces cerebro-computadora, dichos requerimientos regulatorios ex post facto resultan insufribles al momento de evaluar procedimientos e intervenciones de creciente complejidad (Valeriani et al., 2021).

Accesibilidad médica desigual

Al estar gran parte de las investigaciones sobre aplicaciones en neurotecnología altamente concentradas en instituciones académicas y empresas de naciones desarrolladas; el acceso equitativo global a estos avances dista mucho de ser una realidad incluso en los sistemas de salud más sólidos (Gaudry et al., 2021).

Incluso en dichos países, los elevados costos de producción, requerimientos de infraestructura y escasez de personal clínico capacitado en estas áreas de vanguardia; restringen por ahora su adopción más allá de protocolos experimentales o en centros de élite.

Interrogantes médicos por resolver

Quedan aún dudas cruciales por esclarecer respecto a potenciales efectos adversos sutiles o daños a largo plazo de ciertas intervenciones sobre redes neuronales cuyo funcionamiento íntegro escapa incluso a la comprensión actual de la neurociencia. Ello obliga a un análisis continuo beneficio/riesgo con los máximos estándares éticos conforme estas tecnologías permitan manipular de forma cada vez más sofisticada el sustrato biológico de la cognición y conducta humanas.

Perspectivas de impacto en la atención médica

Pese a los retos descritos previamente, se vislumbra factible que muchas de las limitaciones actuales para la integración viable de las neurotecnologías en los sistemas de salud puedan superarse gradualmente en la próxima década (Gaudry et al., 2021). Ello debido al interés igualmente creciente de políticas públicas visionarias, capital privado y

filantrópico, así como de la sociedad civil en impulsar decididamente su potencial para beneficio de largo alcance.

Tendencias globales

Múltiples analistas e instituciones como la Organización Mundial de la Salud vaticinan un explosivo crecimiento y adopción de innovadoras modalidades de neuroimagen portátil, plataformas de realidad virtual para rehabilitación cognitiva y motora (Young et al., 2021), así como interfaces cerebro-computadora, impulsadas por recientes avances sin precedentes en miniaturización de componentes, algoritmos computacionales de eficiencia energética antes inalcanzable, así como por la ubicuidad de redes electrónicas de banda ancha, lo que permitiría extender aplicaciones actualmente restringidas a centros especializados, hacia modalidades de uso cotidiano en hogares y comunidades remotas; democratizando así el acceso a tecnologías de vanguardia independientemente de geografía o status socioeconómico.

Impacto esperado

Tan solo en salud mental, la implementación prospectiva de dichas tecnologías emergentes podría generar beneficios económicos y sociales combinados de casi 90 mil millones de euros anuales hacia 2030 a nivel mundial; al reducir costos de atención, mejorar la funcionalidad individual y productividad de millones de personas con padecimientos neuropsiquiátricos actualmente discapacitantes (Wu et al., 2022). Asimismo, se proyectan ahorros sustanciales en servicios sociosanitarios y sector asistencial en países con acelerado envejecimiento poblacional, lo que explica por qué regiones como la Unión Europea, Estados Unidos, China y Rusia están tomando cada vez más en cuenta este potencial prospectivo en sus respectivas políticas públicas en salud, ciencia y economía. Fomentar asociaciones público-privadas en investigación y desarrollo, facilitar el acceso regulatorio a nuevas tecnologías que cumplan con estrictos estándares éticos y ampliar la gama de programas gubernamentales que sean eficaces para validar terapias e intervenciones neurotecnológicas; además de formar para esta estrategia nuevos profesionales además de trabajadores, los gobiernos del bienestar han implementado algunas de las medidas necesarias (Seyfried et al., 2023).

En resumen, aunque las llamadas “neurotecnologías” aún están lejos de sus beneficios médicos y socioeconómicos reales, han demostrado su capacidad para explicar el funcionamiento y el cambio cerebral y aportar a mejores resultados clínicos y de calidad de vida de los pacientes de cada grupo. A medida que los marcos legales y las políticas públicas se reforman, la tecnología se acelera y los modelos de acceso global se vuelven económicamente viables, podemos esperar que la neurotecnología avance hacia una nueva era de medicina de precisión.

Su impacto no sólo beneficiará a segmentos vulnerables de la sociedad mediante su reintegración productiva, sino que promete mitigar la escalada de costos en el cuidado de enfermedades progresivamente frecuentes, al tiempo que expande los límites mismos del conocimiento sobre las bases biológicas de la cognición y conductas humanas.

El gran desafío pendiente será entonces catalizar la indispensable voluntad política y liderazgo regulatorio internacional que permita materializar responsablemente el inconmensurable potencial de innovaciones tan extraordinariamente prometedoras por el bienestar de generaciones futuras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araya-Pizarro, S. C. y Espinoza Pastén, L. (2020). Aportes desde las neurociencias para la comprensión de los procesos de aprendizaje en los contextos educativos. *Propósitos y Representaciones*, 8(1). <http://www.scielo.org.pe/pdf/pyr/v8n1/2310-4635-pyr-8-01-e312.pdf>
- Armony, J. L., Trejo-Martínez, D. y Hernández, D. (2012). Resonancia Magnética Funcional (RMf): Principios y aplicaciones en Neuropsicología y Neurociencias Cognitivas. *Revista Neuropsicología Latinoamericana*, 4(2), 36-50. [https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:VdJ8SZes8N8J:scholar.google.com/+Resonancia+magn%C3%A9tica+funcional+\(RMf\):+principios+y+aplicaciones+en+neuropsicolog%C3%A9ica+y+neurociencias+cognitivas&hl=es&as_sdt=0,5](https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:VdJ8SZes8N8J:scholar.google.com/+Resonancia+magn%C3%A9tica+funcional+(RMf):+principios+y+aplicaciones+en+neuropsicolog%C3%A9ica+y+neurociencias+cognitivas&hl=es&as_sdt=0,5)
- Ausín, T., Morte, R. y Monasterio Astobiza, A. (2020). Neuroderechos: Derechos humanos para las neurotecnologías. *Diario La Ley*, 43, 1-7. https://globernance.org/wp-content/uploads/2020/04/20201008-Neuroderechos-_Derechos_....pdf
- Bastidas Cid, Y. V. (2021). Neurotecnología: Interfaz cerebro-computador y protección de datos cerebrales o neurodatos en el contexto del tratamiento de datos personales en la Unión Europea. *Revista Iberoamericana de Derecho Informático (segunda época)*, (11), 101-176. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8397899.pdf>
- Borbón Rodríguez, D. A., Borbón Rodríguez, L. F. y Laverde Pinzón, J. (2020). Análisis crítico de los NeuroDerechos Humanos al libre albedrío y al acceso equitativo a tecnologías de mejora. *IUS ET SCIENTIA*, 6(2), 135-161. https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/111542/Ius_et_Scientia_vol_6_n2_10_borbon_rodriguez_et_al.pdf?sequence=1
- Bringas, L. G. (2023). Neurociencias, Derecho Penal y Dolo. En *Estudios de Derecho penal, neurociencias e inteligencia artificial* (Ediciones de la Universidad de castilla – La Mancha ed., pp. 51-66). Crespo, D., Eduardo, C. C., Carlos, D. y Escobar Bravo, M. E. <https://ruidera.uclm.es/server/api/core/bitstreams/f2ad107c-424d-40fb-876b-202793a7f03c/content>
- Cáceres Nieto, E., Diez García, J. y García García, E. (2021). Neuroética y neuroderechos. *Revista del Posgrado en Derecho de la UNAM*, (15). <https://revistaderecho.posgrado.unam.mx/index.php/rpd/article/view/179/356>
- Carreño Rodríguez, J. N. (2007). Psicocirugía, estimulación cerebral profunda y cirugía para enfermedades psiquiátricas: El riesgo del neurodeterminismo. *Revista Persona y Bioética*, 11(2). https://scholar.google.com.ar/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=riesgos+de+la+estimulaci%C3%B3n+cerebral+profunda&btnG=#d=gs_cit&t=1699924751630&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3A8DV59a5_QyUJ%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D2%26hl%3Des

- Chavarriaga, R., Carey, C., Luis Contreras-Vidal, J., McKinney, Z. y Bianchi, L. (2021). Standardization of Neurotechnology for Brain-Machine Interfacing: State of the Art and Recommendations. *IEEE Open Journal of Engineering in Medicine and Biology*, 2, 71–73. <https://doi.org/10.1109/OJEMB.2021.3061328>
- Cometa, A., Falasconi, A., Biasizzo, M., Carpaneto, J., Horn, A., Mazzoni, A. y Micera, S. (2022). Clinical neuroscience and neurotechnology: An amazing symbiosis. *iScience*, 25(10), 105124. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2022.105124>
- Doherty, R. A. (2023). *La neuroplasticidad en el contexto escolar. Una exploración de factores clave asociados al rendimiento cognitivo en escolares adolescentes en Chile mediante un análisis de redes*. https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:dR-cOGokIliwJ:scholar.google.com/&hl=es&as_sdt=0,5
- Ethical Issues of Neurotechnology*. (2022). UNESCO Publishing. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000383559>.
- Gaudry, K. S., Ayaz, H., Bedows, A., Celnik, P., Eagleman, D., Grover, P., Illes, J., Rao, R. P. N., Robinson, J. T., Thyagarajan, K. y Working Group on Brain-Interfacing Devices in 2040 (2021). Projections and the Potential Societal Impact of the Future of Neurotechnologies. *Frontiers in Neuroscience*, 15, 658930. <https://doi.org/10.3389/fnins.2021.658930>
- Genser, J., Herrmann, S. y Yuste, R. (2022, May 6). International Human Rights Protection Gaps in the Age of Neurotechnology. *NeuroRights foundation*. <https://static1.squarespace.com/static/60e5c0c4c4f37276f4d458cf/t/6275130256dd5e2e11d4bd1b/1651839747023/Neurorights+Foundation+PUBLIC+Analysis+5.6.22.pdf>
- Fiani, B., Reardon, T., Ayres, B., Cline, D. Y Sitto, S. R. (2021). An Examination of Prospective Uses and Future Directions of Neuralink: The Brain-Machine Interface. *Cureus*, 13(3), e14192. <https://doi.org/10.7759/cureus.14192>
- Herrera Ramírez, M. I., Vives, M. Á. d. l. C., Martínez Velasco, J., González, F. E., Poggioli, L., Herrera Clavero, F., Ramírez Salguero, M. I., Ruiz Bolívar, C., Cazau, P. y Martínez Miguélez, M. (2004). *Neurociencia cognitiva y educación* (J. Gómez Cumpa, Ed.). Fondo Editorial FACHSE - UNPRG.
- Ienca M. (2021). On Neurorights. *Frontiers in human neuroscience*, 15, 701258. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2021.701258>
- López Roa, L. M. (2012). Neuroplasticity and its implications for rehabilitation. *Universidad y salud*, 14(2), 197–204. <http://www.scielo.org.co/pdf/reus/v14n2/v14n2a09.pdf>
- Martínez-Sánchez, A. (2018). La Ciencia de la Conciencia Según Stanislas Dehaene. *Límite (Arica)*, 13(43). https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50652018000300003
- Monasterio Astobiza, A., Ausín, T., Toboso, M., Morte Ferrer, R., Payá, M. A. y López, D. (2019). Traducir el pensamiento en acción: Interfaces cerebro-máquina y el pro-

- blema ético de la agencia. *Revista de Bioética y Derecho*, (46), 29-46. https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1886-58872019000200003&script=sci_arttext&tlng=en
- Narváez Mora, M. (2023). Derecho e Investigación Neurocientífica: Encuentros en la tercera fase. *DIRITTO & QUESTIONI PUBBLICHE*, XXIII, 113-133. http://www.dirittoequestionipubbliche.org/page/2023_n23-1/b-studi-03_Narvaez-Mora.pdf
- NIH Launches the Human Connectome Project to Unravel the Brain's Connections. (2009). National Institutes of Health (NIH). <https://www.nih.gov/news-events/news-releases/nih-launches-human-connectome-project-unravel-brains-connections>
- Reguera Andrés, M. C. y Cayón de las Cuevas, J. (2021). La garantía de los neuroderechos: a propósito de las iniciativas emprendidas para su reconocimiento. *DS: Derecho y salud*, 31(1), 213-222. <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/24910/LaGarantiaDe.pdf?sequence=2>
- Ripoll, D. R. (2014). *Neurociencia cognitiva*. Editorial Médica Panamericana. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/44994216/NEUROCIENCIA_COGNITIVA_PANAMERICANA-libre.pdf?1461351327=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DNEUROCIENCIA_COGNITIVA_PANAMERICANA.pdf&Expires=1699928509&Signature=HjVc-wHCAPyjqxnDeI-zU7aUtt3194rF5
- Roberts, R. (2019). *Neurotecnologías: los desafíos de conectar el cerebro humano y computadores*. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Asesoría Técnica Parlamentaria. <https://www.camara.cl/verDoc.aspx?prmID=173363&prmTIPO=DOCUMENTOCOMISION>
- Ruiz Martínez-Cañavate, M. (2015). Neurociencia, derecho y derechos humanos. *Revista de Derecho UNED*, (17), 1249-1277. http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:RDUNED-2015-17-5195/Neurociencia_derecho.pdf
- Salort, G. F., Medina, C. J. (2020). *Neurotecnología y Derecho. Neuroderechos en el ordenamiento jurídico argentino* <http://www.saij.gob.ar/DACF200156>.
- Seyfried, G., Youssef, S. y Schmidt, M. (2023). Pioneering neurohackers: between ego-centric human enhancement and altruistic sacrifice. *Frontiers in Neuroscience*, 17, 1188066. <https://doi.org/10.3389/fnins.2023.1188066>
- Sierra Benítez, E. M. y León Pérez, M. Q. (2019). Plasticidad cerebral, una realidad neuronal. *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, 23(4), 599-609. <https://www.medigraphic.com/pdfs/pinar/rcm-2019/rcm194o.pdf>
- Sommaggio, P., Mazzocca, M. y Fulvio Ferr, A. G. (2017). Cognitive liberty. A first step towards a human neuro-rights declaration. *BioLaw Journal – Rivista di BioDiritto*, (3), 27-45. https://www.research.unipd.it/bitstream/11577/3266203/1/Cognitive_liberty._A_first_step_towards.pdf

Stedman, T. L. (2000). *Stedman's medical dictionary: Lippincott Williams & Wilkins*.

Terapias genéticas - Qué son las terapias genéticas. (2022, Julio 6). NHLBI. <https://www.nlm.nih.gov/es/salud/terapias-geneticas>

Valeriani, D., Ayaz, H., Kosmyna, N., Poli, R. y Maes, P. (2021). Editorial: Neurotechnologies for Human Augmentation. *Frontiers in Neuroscience*, 15, 789868. <https://doi.org/10.3389/fnins.2021.789868>

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. <https://estudiosdeadministracion.uchile.cl/index.php/ADH/article/download/63604/71014>

Vilatta, M. E. y Moreno Frías, S. M. (2015). "Conectoma": Una nueva visión del cerebro y los trastornos psiquiátricos. *Ciencia Cognitiva*. https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/57564/CONICET_Digital_Nro.cc6f2ef3-67e0-493a-8b50-4cd37efe6e79_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Vitale, F., Gelinas, J. N. y Cabrera, L. Y. (2022). Neurotechnology: Bridging the dialogue between engineers, material scientists, clinicians, and ethicists. *iScience*, 25(11), 105432. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2022.105432>

Wu, H., Dyson, M. y Nazarpour, K. (2022). Internet of Things for beyond-the-laboratory prosthetics research. *Philosophical transactions. Series A, Mathematical, Physical, and Engineering Sciences*, 380(2228), 20210005. <https://doi.org/10.1098/rsta.2021.0005>

Young, M. J., Lin, D. J. y Hochberg, L. R. (2021). Brain-Computer Interfaces in Neurorecovery and Neurorehabilitation. *Seminars in Neurology*, 41(2), 206-216. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1725137>

Yuste, R. (2019). *Las nuevas neurotecnologías y su impacto en la ciencia, medicina y sociedad*. Vicerrectorado de Cultura y Proyección Social, Universidad de Zaragoza. <https://zaguan.unizar.es/record/86978/files/BOOK-2020-001.pdf>

Yuste, R., Genser, J. y Herrmann, S. (2021). It's Time for Neuro-Rights. *Horizons*, 18, 154-164. <https://www.cirsd.org/files/000/000/008/47/7dc9d3b6165ee-497761b0abe69612108833b5cff.pdf>

INSTRUMENTOS NORMATIVOS

Internacionales

Comité de los Derechos del Niño de Naciones Unidas. (2019). Observación General N° 24 del Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los

Derechos Humanos. <https://docstore.ohchr.org/SelfServices/FilesHandler.ashx?enc=6QkG1d%2FPPrICAqhKb7yhsqIkirKQZLK2M58RF%2F5F0vEn-G3QGKUxFivhToQfjGxYjmWL8OqYmwD2mk%2FKowHzmkHuJ3%2F-QZS%2B1wgzz9gVS3MnqbvAwhiT8CT%2B634KtpF8yd#:~:text=Los%20ni%C3%B1os%20que%20no%20han,que%20han%20cometido%20delitos%20penales>

Organización de los Estados Americanos. (2021). Declaración sobre Neurociencia, Neurotecnologías y Derechos Humanos: Nuevos Desafíos Jurídicos Para Las Américas. https://www.oas.org/es/sla/cji/docs/CJI-DEC_01_XCIX-O-21.pdf

Organización de los Estados Americanos. (2023). Declaración de Principios Interamericanos en materia de Neurociencias, Neurotecnologías y Derechos Humanos. https://www.oas.org/es/sla/cji/docs/CJI-doc_673-22_rev1_ESP.pdf

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2019). Recomendación sobre innovación responsable en neurotecnología adoptada por el Consejo de la OCDE. <https://www.oecd.org/science/emerging-tech/recommendation-on-responsible-innovation-in-neurotechnology.htm>

PARLATINO. (2022). Ley modelo de neuroderechos para América Latina y el Caribe. <https://parlatino.org/wp-content/uploads/2017/09/leym-neuroderechos-7-3-2023.pdf>

UNESCO. (2005). Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos.

UNESCO. (2021). Informe del Comité Internacional de Bioética sobre aspectos éticos de la neurotecnología. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000383559>

UNESCO. (2021). Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial. <https://www.unesco.org/es/artificial-intelligence/recommendation-ethics?hub=83294>

UNESCO. (2023). Conferencia internacional sobre la ética de la neurotecnología. <https://www.unesco.org/es/articles/etica-de-la-neurotecnologia-la-unesco-lideres-y-expertos-de-alto-nivel-reclaman-una-gobernanza>

UNESCO. (2023). Recomendación del Consejo ejecutivo de la UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385016_spa

Unión Europea. (2023). Declaración Europea de Derechos y Principios Digitales.

Nacionales

Argentina. Anteproyecto de Ley 0399-D-2022. <https://www4.hcdn.gob.ar/dependencias/dsecretaria/Periodo2022/PDF2022/TP2022/0339-D-2022.pdf>

Argentina. Proyecto de ley para creación de Comisión Bicameral S-2446/2023. https://www.senado.gob.ar/parlamentario/comisiones/verExp/2446.23/S/PL?Keep-This=true&TB_iframe=true&height=700&width=950

España. (2021). Carta de Derechos Digitales.

México. Carta de derechos de las personas en entorno digital. https://www.infocdmx.org.mx/doctos/2022/Carta_DDigitales.pdf

Perú. Carta Peruana de Derechos Digitales.



Centro de
Bioética