

NEUROTECNOLOGÍA. AVANCES DESDE LA NEUROÉTICA Y EL BIODERECHO: DESAFÍOS ÉTICOS Y LEGALES EN LA ERA DE LA CONECTIVIDAD CEREBRAL, CONTEXTO MÉXICO Y AMÉRICA LATINA

NEUROTECHNOLOGY: ADVANCES FROM NEUROETHICS AND BIOLAW: ETHICAL AND LEGAL CHALLENGES IN THE ERA OF BRAIN CONNECTIVITY IN MEXICO AND LATIN AMERICA

NEUROTECNOLOGIA: AVANÇOS NA NEUROÉTICA E NO BIODIREITO: DESAFIOS ÉTICOS E JURÍDICOS NA ERA DA CONECTIVIDADE CEREBRAL, NO CONTEXTO DO MÉXICO E DA AMÉRICA LATINA

Omar Fernando Becerra Partida¹

RESUMEN

Esta revisión busca conocer cómo los avances en la neurotecnología, aplicada a la conectividad cerebral y las tecnologías de interfaz cerebro-computadora, nos plantean nuevos desafíos en la neuroética y en el bioderecho, especialmente en México y en América Latina y al mismo tiempo propone acciones para la implementación de los neuroderechos en los marcos regulatorios de los países de México y América Latina. Por lo tanto, su metodología consta de hacer una revisión documental sistemática sobre los avances en bioderecho, neuroética, neuroderechos, en torno al avance de las neurotecnologías, como la conectividad cerebral, las tecnologías de Interfaces Cerebro-Computadora (BCI) en el contexto mexicano y latinoamericano, identificando los desafíos éticos y legales. De esta manera, se revisaron libros y capítulos de libros, artículos académicos, documentos normativos, declaraciones regionales, iniciativas y demás documentos que tuvieran en su título, introducción y/o texto las siguientes palabras clave “neuroderecho”,

DOI: 10.5294/pebi.2025.29.1.9

PARA CITAR ESTE ARTÍCULO / TO REFERENCE THIS ARTICLE / PARA CITAR ESTE ARTIGO

Becerra Partida OM. Neurotecnología. Avances desde la neuroética y el bioderecho: desafíos éticos y legales en la era de la conectividad cerebral, contexto México y América Latina. Pers Bioet. 2026;29(1):e2919. DOI: <https://doi.org/10.5294/pebi.2025.29.1.9>

RECEPCIÓN: 19/06/2025

ENVÍO A PARES: 20/06/2025

APROBACIÓN POR PARES: 01/12/2025

ACEPTACIÓN: 26/03/2026

1 <https://orcid.org/0000-0002-8142-3333>. Universidad de Guadalajara, México. Colegio de Bioética y Terapia de Jalisco, México. correduria3correduria3@gmail.com

“neuroética”, “conectividad cerebral”, “interfaz cerebro-computadora” y “México”, “América latina”. Se incluyeron aquellos documentos que se publicaron en los últimos 10 años (entre 2015 al 2025), tanto en español como en inglés, que hayan pasado por una revisión por pares, que tengan un ISSN o ISBN o DOI respectivamente y que el texto sea recuperable y accesible para su revisión. Se consultaron fuentes de información como bases de datos Scopus, SciELO, repositorio UNAM, OEA, Unesco, OMS y más. Por último, se excluyeron los documentos con fechas de publicación anteriores a 2015 y que no cumplan con alguno de los criterios de inclusión mencionados.

PALABRAS CLAVE: bioderecho; neuroética; neuroderecho; neurotecnología; México; América Latina.

ABSTRACT

This review aims to explore how advances in neurotechnology, applied to brain connectivity and Brain-Computer Interface (BCI) technologies, pose new challenges in neuroethics and biolaw, particularly in Mexico and Latin America. At the same time, it proposes actions for the implementation of neurorights within the regulatory frameworks of Mexican and Latin American countries. Therefore, its methodology consists of a systematic documentary review on advances in biolaw, neuroethics, and neurorights regarding the progress of neurotechnologies, such as brain connectivity and Brain-Computer Interface (BCI) technologies in the Mexican and Latin American context, identifying ethical and legal challenges. In this way, books and book chapters, academic articles, regulatory documents, regional declarations, initiatives, and other documents were reviewed if their title, introduction, and/or text contained the following keywords: “neurorights,” “neuroethics,” “brain connectivity,” “brain-computer interface,” “Mexico,” and “Latin America.” Documents published in the last 10 years (between 2015 and 2025) in both Spanish and English, peer-reviewed, with an ISSN, ISBN, or DOI, and accessible for review were included. Information sources such as Scopus, SciELO, UNAM repository, OAS, Unesco, WHO, and others were consulted. Finally, documents were excluded if their publication dates were prior to 2015 or if they did not meet any of the previously mentioned inclusion criteria.

KEYWORDS: Biolaw; neuroethics; neurorights; neurotechnology; Mexico; Latin America.

RESUMO

Esta revisão busca compreender como os avanços na neurotecnologia aplicada à conectividade cerebral e às tecnologias de interface cérebro-computador impõem novos desafios na neuroética e no biodireito, especialmente no México e na América Latina. Ao mesmo tempo, propõe ações voltadas à implementação dos neurodireitos nos marcos regulatórios do México e de países da América Latina. A metodologia consistiu em realizar uma revisão documental sistemática sobre os avanços em biodireito, neuroética e neurodireitos relacionados às neurotecnologias, como a conectividade cerebral e as tecnologias de interface cérebro-computador (BCI), no contexto mexicano e latino-americano, com foco na identificação de desafios éticos e jurídicos. Dessa maneira, foram revisados livros e capítulos de livros, artigos acadêmicos, documentos normativos, declarações regionais, iniciativas e outros documentos que apresentassem em seu título, introdução e/ou texto as seguintes palavras-chave: “neurodireito”, “neuroética”, “conectividade cerebral”, “interface cérebro-computador”, “México” e “América Latina”. Foram incluídos na revisão os documentos publicados nos últimos 10 anos (entre 2015 e 2025), em espanhol e inglês, submetidos à revisão por pares, com ISSN, ISBN ou DOI, e cujos textos fossem recuperáveis e acessíveis para a revisão. Foram consultadas fontes de informação como as bases de dados Scopus, SciELO, repositório UNAM, OEA, Unesco, OMS, entre outras. Por último, foram excluídos documentos publicados antes de 2015 e aqueles que não cumpriam os critérios de inclusão estabelecidos.

PALAVRAS-CHAVE: biodireito; neuroética; neurodireito; neurotecnologia; México; América Latina.

INTRODUCCIÓN

Uno de los retos más difíciles para la neurociencia en la actualidad es lograr la comprensión de la complejidad cerebral, crear un mapa de sus redes neuronales y analizar las moléculas y los neurotransmisores que conectan los circuitos de lo que se conoce como “conectoma” (conjunto de conexiones entre las neuronas del sistema nervioso de un organismo). Este, además, es único en cada persona, ya que depende no solo de la biología y fisiología del cerebro, sino de las interacciones con el medio externo, las emociones y las experiencias personales, así como también es cambiante a lo largo de la vida. Toda vez que la identidad de una persona cambia, el conectoma también se modifica con el tiempo (31).

El siglo XXI ha irrumpido con una velocidad vertiginosa en el ámbito de la neurotecnología, gracias al avance de las técnicas como la neuroimagen que nos permiten observar en tiempo real la actividad cerebral, los avances en las interfaces computacionales y el uso de la inteligencia artificial aplicada a la investigación biomédica. Esto ha desdibujado las fronteras entre la biología humana y la bioingeniería aplicada a las neurociencias.

En el corazón de esta revolución se encuentran las Interfaces Cerebro-Computadora (BCI, por sus siglas en inglés), dispositivos asombrosos que establecen una comunicación directa entre la actividad cerebral y sistemas externos (1). Lejos de ser ciencia ficción, las BCI ya están transformando la vida de personas, permitiendo, por ejemplo, que personas con parálisis severa puedan controlar sillas de ruedas con el pensamiento y a individuos con extremidades amputadas manipular prótesis robóticas con una precisión asombrosa y abriendo caminos impensables para el tratamiento de enferme-

dades neurológicas y psiquiátricas (2). Sin embargo, estos progresos sin precedentes vienen acompañados con interrogantes éticos y legales que requieren una atención especial y urgente (3).

Las BCI, en su esencia más simple, son sistemas que interpretan señales cerebrales para ejecutar comandos en dispositivos artificiales o, de forma inversa, que transmiten información a nuestro cerebro (4). Sus aplicaciones se extienden desde el ámbito clínico, en el que prometen restaurar funciones perdidas y mejorar la calidad de vida de pacientes con condiciones como Esclerosis Lateral Amiotrófica (ELA), Parkinson o lesiones medulares, hasta la exploración de la mejora cognitiva en individuos sanos, planteando la posibilidad de aumentar la memoria, la concentración o incluso la capacidad de aprendizaje (5). La promesa es inmensa: trascender las limitaciones físicas y cognitivas, abrir nuevas vías de comunicación y potenciar las capacidades humanas. No obstante, detrás de cada avance se esconde un laberinto de complejidades éticas que nos obligan a detenernos y reflexionar sobre las implicaciones de modificar la esencia de lo que significa ser humano (6).

Es en este punto donde emerge la *neuroética*, una disciplina crucial que se puede entender de dos maneras: la primera hace referencia a una disciplina práctica que se dedica a explorar los dilemas éticos, legales y sociales que surgen del avance de la tecnología aplicada a la neurociencia, o también llamados neurotecnologías (7), y la segunda es la parte básica que se encarga de investigar los procesos neurales que rigen nuestros juicio, intuiciones, conciencia, emociones y comportamientos morales (31). En este documento se aborda la parte práctica de la neuroética, conocida como la ética de la neurociencia,

que no solo reacciona a los dilemas presentes, sino que busca anticiparse a los que están por venir (8).

El bioderecho debe dar seguimiento a los planteamientos de la neuroética y debe fungir como un ente regulador indispensable en esta era de rápida evolución biotecnológica (10). Al fusionar los principios de la bioética con el derecho, el bioderecho debe establecer nuevas normas y leyes o adaptar los marcos jurídicos existentes, para que regulen de manera eficiente y actualizada la investigación, aplicación y comercialización de las tecnologías que intervienen en la vida humana, con el fin de garantizar la protección de los derechos individuales y la promoción del bien común (11). Desde la fertilización *in vitro* hasta la edición genética, el bioderecho ha tenido que adaptarse a desafíos inéditos. Con las BCI, se enfrenta a una nueva frontera, una que podría redefinir conceptos tan fundamentales como la privacidad mental, la identidad personal, el consentimiento informado y la responsabilidad legal (12). ¿Cómo se protege el conectoma humano?, ¿cómo proteger los datos cerebrales, considerados por algunos como los más íntimos de todos?, ¿quién es legalmente responsable si una acción ejecutada a través de una BCI resulta en daño?, ¿se debe garantizar como un derecho humano el acceso equitativo a estas costosas tecnologías?, ¿cómo podemos evitar la creación de nuevas brechas sociales?, etc. son algunas de las cuestiones a debatir.

El objetivo primordial al abordar este tema es establecer la necesidad perentoria de una reflexión jurídica profunda y multidisciplinar ante los desafíos éticos que plantean las BCI (13). No se trata solo de adaptar leyes existentes, sino de considerar la incorporación de conceptos como el de *habeas mentem* en la introducción de los nuevos neuroderechos que, a resguardo

de una más profunda revisión, nos ayuden a proteger la esfera mental y cognitiva del individuo frente a posibles intrusiones o manipulaciones tecnológicas. La urgencia radica en que la tecnología avanza a un ritmo exponencial, mientras que los marcos éticos y legales suelen ir rezagados (14). De no actuar con celeridad y previsión, corremos el riesgo de encontrarnos con realidades complejas sin las herramientas jurídicas adecuadas para gestionarlas, comprometiendo los valores fundamentales de nuestra sociedad, sobre todo en países como México y otros de América Latina, cuyos contextos sociales son aún más complejos.

La conectividad cerebral, si bien promete un futuro de posibilidades ilimitadas para la salud y la mejora humana, exige un examen riguroso de sus implicaciones (15). La integración de la neuroética, las BCI y el bioderecho es un ejercicio académico, así como una responsabilidad social ineludible (16). Es hora de sentar las bases éticas y jurídicas que permitan un desarrollo y uso responsable de estas tecnologías, salvaguardando la esencia de nuestra humanidad en la era de la mente conectada.

CONTENIDO

Principios clásicos de la bioética en el contexto BCI

El advenimiento de las Interfaces Cerebro-Computadora (BCI) nos obliga a revisar y expandir los cimientos de la bioética tradicional. Si bien los principios clásicos de beneficencia, autonomía, justicia y no maleficencia siguen siendo la piedra angular de cualquier reflexión ética en el contexto sanitario, el surgimiento de las tecnologías BCI que interactúan directamente con la mente humana introduce nuevas capas de complejidad y desafíos éticos (17).

El principio de beneficencia nos exige actuar en beneficio de la persona, mientras que el principio de no maleficencia nos impone la obligación de no dañar. Lograr este equilibrio en el ámbito de las BCI es particularmente delicado, puesto que, por un lado, las BCI ofrecen beneficios terapéuticos extraordinarios, por ejemplo, en pacientes que viven con parálisis severa o enfermedades neurodegenerativas. Así, estas tecnologías prometen restaurar sus funciones motoras y comunicativas, lo que puede devolverles una sensación invaluable de independencia y dignidad (18). Sin embargo, su uso y aplicación no está exenta de riesgos, estos dispositivos requieren colocarse de forma intracraneal, lo cual conlleva los riesgos inherentes a cualquier cirugía cerebral, como hemorragias, daños neurológicos o infecciones post operatorias, además de los altos costos que estos procedimientos requieren. Luego están los posibles efectos adversos que puedan presentarse a mediano y largo plazo en la función cerebral, la estabilidad de los dispositivos y la dependencia psicológica (19). Aunque muchos aún se encuentran en fases experimentales, es cuestión de tiempo para que estén disponibles bajo ciertos criterios específicos y para cierto tipo de pacientes. Equilibrar los posibles beneficios transformadores con los riesgos potenciales conocidos y desconocidos es un desafío constante que requiere una evaluación meticulosa y una investigación continua.

El principio de autonomía nos habla del derecho que tiene una persona a tomar sus propias decisiones, de manera voluntaria e informada sobre su propio cuerpo y sobre su atención médico-sanitaria. Esto genera una preocupación real y especial cuando se traslada al contexto de las BCI, porque su uso y aplicación se emplea en pacientes especialmente vulnerables (20). Por lo tanto, obtener un consentimiento informado genuino en

los pacientes que presentan deterioro cognitivo o una enfermedad mental severa —incluidos aquellos cuya capacidad de comunicación está gravemente comprometida— es una tarea complicada. En este contexto surgen diversos dilemas éticos: ¿cómo podemos asegurar que el paciente comprende verdaderamente la naturaleza de la tecnología, sus beneficios, riesgos, limitaciones y las implicaciones a largo plazo de conectar su cerebro a una máquina? ¿Es posible que la promesa de una mejora funcional los impulse a aceptar riesgos que, de otra manera, no serían considerados? La presión psicológica, las expectativas familiares o la desesperación ante una enfermedad debilitante pueden mermar la capacidad de un individuo para otorgar un consentimiento plenamente voluntario y autónomo (21).

El principio de justicia nos obliga a pensar en el acceso a este tipo de tecnologías y uno de sus dilemas éticos es la prevención en la creación de nuevas brechas de desigualdad o en el aumento de las preexistentes. Las BCI son, por ahora, tecnologías complejas y costosas, a menudo accesibles a través de centros de investigación privados o para pacientes que cuentan con acceso a elevadas sumas de recursos económicos, por lo que si no se abordan las cuestiones de accesibilidad y asequibilidad, para que sean planteadas desde la equidad, las BCI podrían exacerbar las disparidades de salud preexistentes, creando una muy marcada división entre quienes pueden permitirse mejorar o restaurar sus capacidades y quienes no (22). Esto plantea dilemas éticos sobre la responsabilidad de los sistemas de salud pública y privados, las políticas de financiación y la ética de la distribución de recursos. Tampoco podemos dejar de lado que la justicia no solo se trata de quién puede acceder a la tecnología, sino también de quién se beneficia de su desarrollo e implementación y quién participa en su diseño y aplicación.

Neuroética en torno a las BCI: los nuevos desafíos

Más allá de los principios clásicos de la bioética, las BCI están introduciendo desafíos nuevos que requieren un análisis completo multi y transdisciplinario para establecer consideraciones específicas desde la ética de la neurociencia o neuroética práctica. Temas como la privacidad mental/cerebral se han convertido en una preocupación central (23) en torno al desarrollo y aplicación de las BCI. Sabemos que a medida que estas tecnologías se vuelven más sofisticadas, son capaces de decodificar las intenciones motoras y los patrones de pensamiento, emociones y hasta recuerdos, lo que forma parte del conectoma humano. Ajo esta lógica, se plantean nuevas cuestiones: ¿podemos considerar la actividad cerebral como un dato personal? Si es así, ¿cómo se debe proteger legalmente? Entonces, surge un concepto novedoso para el derecho, el *habeas mentem*, como una propuesta para la protección de la libertad de la mente de la persona. Algo parecido al *habeas corpus* y al *habeas data*, esta protección legal sobre el conectoma de una persona puede garantizar la confidencialidad de la información neuronal, su uso y las injerencias no consentidas (24). Los datos cerebrales son, posiblemente, los más íntimos y reveladores que una persona puede generar, por eso su sustracción y mal uso podría llevar a formas de vigilancia, discriminación o manipulación sin precedentes (32).

La integridad mental y cognitiva es otra preocupación crítica, ya que las BCI tienen el potencial para modificar o influenciar la actividad cerebral, no solo de leerla. Esto plantea serias preguntas sobre la protección de la identidad y la psique frente a la manipulación o alteración entorno a la toma de decisiones (25), por ejemplo, ¿qué sucedería si una BCI altera la personalidad de un

individuo, su memoria o sus procesos de pensamiento, los cuales derivan en la toma de sus decisiones? ¿Cómo se define y se protege el “yo” en un mundo donde la línea entre el cerebro biológico y el componente tecnológico se vuelve cada vez más difusa? La integridad mental abarca no solo la protección contra el daño, sino el derecho a mantener la coherencia y la continuidad de la propia identidad.

La cuestión de la agencia y la responsabilidad también se vuelve difusa. Por ejemplo, si una persona controla una prótesis robótica a través de una BCI y esa prótesis causa un daño, ¿quién es el responsable?, ¿el usuario que pensó la acción?, si hubo un fallo técnico, ¿el fabricante de la BCI?, ¿el software que interpreta las señales? Esto se debe a que la cadena de causalidad se fragmenta y los marcos legales actuales que establecen la responsabilidad civil y penal de una acción no están diseñados para estos escenarios híbridos de acción humana y mediación tecnológica, por lo que establecer la culpa o la responsabilidad legal en el uso de las BCI requerirá nuevas interpretaciones legales a las leyes establecidas y, probablemente, la creación de marcos específicos para estas circunstancias (26).

Otro desafío para la neuroética alrededor del uso y aplicación de las BCI es el consentimiento informado. Las personas que están dispuestas a someterse a estas tecnologías tienen una condición de vulnerabilidad, puesto que, en muchos de los casos, las razones que los llevan a querer beneficiarse de estas tecnologías son las promesas de restaurar funciones motoras perdidas y/o mejorar la calidad de vida en pacientes con condiciones neurológicas degenerativas o lesiones neurológicas preexistentes. Sin embargo, los riesgos de alterar la actividad cerebral, a

mediano y largo plazo aún son desconocidos; desde este punto, ¿cómo podemos asegurar que el consentimiento sea verdaderamente voluntario y libre? Los pacientes, como los mencionados, pueden ser susceptibles de daño ante el uso de estas tecnologías, las cuales son tan recientes que incluso los expertos no comprenden por completo todas sus implicaciones biológicas y fisiológicas. Además, las modificaciones neurotecnológicas aplicadas a pacientes sanos generalmente se justifican o persiguen objetivos de “seguridad nacional” o “defensa nacional”, lo que abre un debate intenso desde la neuroética práctica. La posibilidad del soldado centauro o *cyber* soldado abre el debate sobre el uso para experimentación de los humanos que forman parte de las fuerzas militares, quienes son vulnerables debido a la subordinación que las caracteriza. Se debe evitar el uso de los seres humanos como una plataforma en la que simplemente se instala la neurotecnología, porque entonces ¿qué vale más, la persona o la inversión realizada sobre ella?, ¿es correcto pensar en las personas como objetos del estado? Tampoco podemos evitar el hecho de que puede haber efectos adversos a mediano o largo plazo, como consecuencia del uso de neurotecnologías: efectos adversos en el envejecimiento, degradación progresiva de las conexiones neuronales y/o degradación progresiva de las conexiones neuromusculares o atrofias. Cada implante o mejora (tipo, localización y modo de actuación) tendría un efecto muy particular en cada individuo, lo cual sería muy difícil de replicar a gran escala; esto significa que cada caso tendría sus implicaciones éticas muy particulares.

El bioderecho frente a las BCI: hacia una regulación urgente

El mayor desafío ante el avance desenfrenado de la neurotecnología es preservar el control personal, sobre todo

respecto a la capacidad del desarrollo y uso pleno de la personalidad e identidad, así como de la libertad de tomar decisiones autónomas. En este sentido, el uso disruptivo de estas nuevas neurotecnologías puede representar una potencial amenaza para la identidad, la dignidad, la libertad de pensamiento, la autonomía, la privacidad mental y el bienestar del ser humano.

El bioderecho tiene, por lo tanto, un desafío sin precedentes, la necesidad imperativa de forjar un marco jurídico que no solo responda a las innovaciones presentes, sino que anticipe las complejidades futuras de la interacción directa entre el cerebro humano y la neurotecnología, aplicado a contextos sociales diversos, como lo son los diferentes Estados en el mundo, incluido México. Nos encontramos en un terreno legal poco explorado, aquí las categorías tradicionales del derecho son insuficientes para abordar las implicaciones sobre las tecnologías que son capaces de leer, escribir y modificar la actividad cerebral (28).

Del habeas corpus al habeas mentem: la evolución jurídica del cuerpo a la mente

El *habeas corpus* (que en latín significa “que tengas el cuerpo”) es una garantía jurídica milenaria. Su objetivo es proteger la libertad física del individuo, evitando arrestos arbitrarios o ilegales. El *habeas corpus* es considerado el “derecho de los derechos”. Se le llama así porque si no tienes libertad física para defenderte ante un juez, no puedes ejercer ningún otro derecho (como la libertad de expresión o el derecho a la propiedad). Es la llave que abre la celda de una detención ilegal.

- Foco: la integridad física y la movilidad.

- Premisa: nadie puede ser privado de su cuerpo (prisión) sin una justificación legal clara ante un juez.

El *habeas mentem* (“que tengas tu mente”) es un concepto moderno propuesto para enfrentar los desafíos de la neurotecnología. Surge ante la posibilidad de que dispositivos externos puedan leer, monitorear o incluso alterar la actividad cerebral. Se puede definir como: “el derecho que tiene la mente humana a ser objeto de protección contra la manipulación y la explotación para fines

aún desconocidos (chantaje, corrupción, extorsión con fines económicos, políticos, etc.) sin el consentimiento expreso de la persona” (40).

- Foco: la autodeterminación mental y la privacidad cognitiva.
- Premisa: así como el Estado no puede encerrar tu cuerpo sin razón, tampoco debería poder acceder a tus pensamientos o manipular tu psique sin tu consentimiento.

Tabla 1. Comparativa entre el *habeas corpus* y el *habeas mentem*

Características	<i>Habeas corpus</i>	<i>Habeas mentem</i>
Protección	Integridad física y libertad de movimiento.	Integridad mental y libertad de pensamiento.
Amenaza	Detenciones ilegales, tortura física.	Neurovigilancia, hackeo mental, manipulación algorítmica.
Espacio	El mundo físico (la celda).	El mundo íntimo (las sinapsis y datos neuronales).
Estado jurídico	Universalmente reconocido y codificado.	En proceso de debate y legislación (p. ej. Chile es pionero).

Fuente: elaboración propia.

Pero ¿cómo se relacionan estos dos conceptos? Su relación es de extensión evolutiva. El *habeas mentem* es al siglo XXI lo que el *habeas corpus* fue para los siglos anteriores.

- Continuidad de la libertad: se argumenta que la libertad física no sirve de mucho si la voluntad del individuo se ha manipulado tecnológicamente. Sin libertad de pensamiento, no hay verdadera libertad de acción.

- Límites al poder: ponen una barrera que el Estado o las corporaciones no pueden cruzar sin un debido proceso.
- Dignidad humana: parten del principio de que el ser humano es dueño de sí mismo. El cuerpo fue la primera frontera; la mente es la última.

Mientras que el *habeas corpus* se activa cuando ya estás detenido, el *habeas mentem* será preventivo (protegiendo

do tus datos cerebrales) y reactivo (permitiendo que un juez ordene el cese de una interferencia mental no autorizada) (40).

Neuroderechos: la cuarta generación de Derechos Humanos

Los neuroderechos tienen sus antecedentes en la neuroética práctica. Sus reflexiones impactan en el ámbito filosófico jurídico; de esta manera, surge el concepto de *neuroderecho*. Para Cáceres Nieto y López Olvera (31), el neuroderecho es un conjunto interdisciplinar, el cual se desmenuza en tres puntos:

1. Derecho de las neurociencias: estudia la regulación jurídica de la investigación en neurociencias y su aplicación.
2. Neurociencia del derecho: estudia los factores neurológicos que intervienen en los procesos cognitivos y comportamentales de los operadores jurídicos.
3. Neurociencias auxiliares del derecho: estudia la forma en la que las neurociencias pueden auxiliar a la práctica jurídica.

Para Ienca y Andorno (41), los neuroderechos pueden definirse como los principios éticos, legales, sociales o naturales de libertad o derecho relacionados con el dominio cerebral y mental de una persona, es decir, las reglas normativas fundamentales para la protección y preservación del cerebro y la mente humana.

Los Derechos Humanos surgen históricamente como una respuesta a las amenazas contra la seguridad humana, la dignidad y los intereses humanos fundamentales y la neurociencia puede, en ese mismo sentido, representar

una amenaza, Ienca y Andorno (41) proponen una taxonomía que contempla cuatro neuroderechos.

1. Derecho a la libertad cognitiva: se refiere a la protección de las personas contra el uso coercitivo y no consentido de tecnologías que pueden afectar la cognición. Es la libertad de “autodeterminación mental”.
2. Derecho a la privacidad mental: implica la protección a la información privada o sensible de la mente de una persona contra la recopilación, almacenamiento, uso o eliminación no autorizada o no consentida. Ienca y Andorno advierten que la neurotecnología puede “leer la mente” de formas que la privacidad de datos tradicional no puede proteger (41).
3. Derecho a la integridad mental: busca la protección de las personas contra las manipulaciones o intervenciones no autorizadas en su bienestar mental, realizadas a través del uso de neurotecnologías, especialmente si resultan en daño físico o mental para el usuario (protección contra el hackeo mental).
4. Derecho a la continuidad psicológica: aborda la protección de la identidad personal, la percepción de uno mismo y la coherencia del comportamiento individual contra la modificación no consentida por parte de terceros (BCI) que podrían alterar la personalidad o el sentido de “quien soy”.

El constante trabajo colaborativo de expertos en neuroética, bioeticistas, juristas, filósofos y neurocientíficos ha dado como resultado nuevas propuestas desde entonces. En el año 2019, Yuste crea la Neuro Rights Initiative (NRI) que posteriormente otorga los insumos para que se creara, en el 2022 en la Universidad de Columbia en Nueva York, la fundación Neuro Rights con el objetivo de promover la innovación tecnológica protegiendo

los Derechos Humanos. Esta fundación estima que el mercado global de las neurotecnologías pasará de 15 mil millones de dólares en el 2023, a 55 mil millones de dólares en el 2032; en otras palabras, cuadruplicará su valor en tan solo nueve años. Bajo esta iniciativa se propone la creación de cinco neuroderechos (22).

1. Derecho a la identidad personal: establecimiento de límites claros y estrictos para no permitir que la tecnología interrumpa el sentido ser de uno mismo, es decir, establecer límites entre la conciencia de una persona y los insumos tecnológicos externos, esto es, el derecho a no ser modificado sin el consentimiento explícito. Las BCI, especialmente las que permiten la escritura cerebral o la modulación neuronal, podrían, en teoría, influir o incluso modificar la percepción, la memoria o el estado de ánimo de una persona.
2. Derecho al libre albedrío: protección al control que una persona tiene sobre la toma de decisiones sin manipulación por parte de estas neurotecnologías, como las BCI. Está íntimamente ligado al principio de autonomía: si una BCI es capaz de influir en nuestras intenciones o de inducir acciones, la noción de libre albedrío se vería comprometida. Este derecho salvaguarda la libertad de elección en su dimensión más íntima.
3. Derecho a la privacidad mental: protección a los datos neuronales como datos sensibles, incluyendo el derecho de eliminación de estos datos a petición de la persona, protección ante la posible venta, transferencia comercial y estricta regulación sobre su uso.
4. Acceso equitativo al aumento mental o mejora cognitiva: establecimiento de directrices claras tanto a nivel nacional como internacional, que regulen el uso de

neurotecnologías enfocadas en la mejora cognitiva, o *enhancement*, fundamentadas en los principios de justicia e igualdad, especialmente en su acceso. Si las BCI ofrecen beneficios terapéuticos o de mejora significativos, su acceso no puede convertirse en un privilegio exclusivo para unos pocos. Este derecho implicaría la obligación de los estados y de la comunidad internacional de asegurar que estas tecnologías sean asequibles y accesibles para todos aquellos que las necesiten, evitando la creación de una brecha neurotecnológica que profundice las desigualdades sociales y de salud.

5. Protección contra el sesgo: dispone las medidas necesarias para contrarrestar los sesgos en los algoritmos de las IA y las BCI. Los algoritmos que interpretan las señales cerebrales y que subyacen a las BCI son desarrollados por humanos, por lo tanto, pueden heredar o amplificar sesgos inconscientes. Actualmente, se han identificado múltiples sesgos en la información que alimenta los sistemas de IA, los cuales complementan las neurotecnologías, incluidas las BCI, por lo que podrían llevar a que la decodificación de la actividad cerebral sea errónea o sesgada para ciertos grupos demográficos o que las BCI funcionen de manera menos efectiva para ellos, generando nuevas formas de discriminación o exclusión.

Según la NRI, estos neuroderechos buscan llenar un vacío legal y proteger la esfera mental del individuo en la era de las neurotecnologías. La Fundación Neuro Rights busca ser un ente asesor ante la Organización de las Naciones Unidas acerca de la regulación de las neurotecnologías y la elevación de estos cinco neuroderechos al nivel de Tratados Internacionales. En teoría se escucha como algo bueno o positivo, pero el debate

aún está en proceso. Cabe mencionar que hay múltiples voces en la esfera académica que aún identifican problemas éticos complejos en torno a estas propuestas, como la dificultad de contemplar a nivel tecnológico la complejidad de la capacidad mental y el alcance de su protección; las responsabilidades legales en materia civil, administrativa y penal alrededor de los daños resultantes de la aplicación de las BCI; las causas de la inimputabilidad de las penas, y la preocupación de que puede haber una visión simplista en su construcción.

Los neuroderechos y sus dilemas éticos complejos

Antes de aceptar estos cinco neuroderechos como un estándar para la comunidad internacional, Borbón, Borbón, Mora-Gómez y Villamil-Mayoral plantean un análisis crítico sobre ellos en cuatro puntos (38).

- El derecho al libre albedrío: es difícil esclarecer el término libre albedrío cuando nos referimos a este como libre voluntad o libre consentimiento, porque son dos conceptos diferentes. En términos sencillos, la voluntad es el motor interno (“qué quiero”), es de naturaleza subjetiva y privada y ocurre dentro del cerebro (procesos neurobiológicos y reflexivos), mientras que el consentimiento es el permiso externo (“qué acepto”), es un acto comunicativo, social y jurídico y requiere que se presente información previa (de ahí el término “consentimiento informado”). Cuando hablamos de neuroderechos, la preocupación es que la tecnología pueda alterar la voluntad sin que nos demos cuenta (por ejemplo, mediante estimulación cerebral que nos haga “querer” comprar algo o votar por alguien determinado). Surge entonces la pregunta: ¿este deseo es realmente propio o se ha

implantado/inducido? Y, en este caso, ¿es válido el consentimiento si la voluntad se alteró sin darnos cuenta? Aquí salta a la vista un problema porque ¿qué es, entonces, lo que se busca proteger?, ¿la voluntad o el consentimiento?

- El derecho acceso equitativo al aumento mental o mejora cognitiva: plantea dilemas éticos muy preocupantes; la mejora cognitiva podría alterar la naturaleza humana, creando “humanos mejorados” e impulsaría la creación de una nueva brecha social. En este sentido, ¿qué pasaría en el ámbito laboral, social y académico? Habría estándares aplicados para “humanos mejorados” o para “humanos normales”, ¿sería los humanos no mejorados tratados de manera inferior?, ¿qué pasaría con aquellos que por falta de recursos no pueden acceder a una mejora cognitiva?, ¿con aquellos que simplemente decidieron no someterse al mejoramiento? Un segundo dilema ético sobre este derecho es que entraría en conflicto con el derecho al libre albedrío, pues quienes no se sometan a una mejora cognitiva se verían forzados por su entorno a realizarse la mejora cognitiva, en este contexto ¿dónde queda la libre voluntad?, ¿no sería un consentimiento viciado? Todavía podríamos hablar de un tercer problema ético al querer garantizar el acceso equitativo a la mejora cognitiva, ¿quién asumiría los costos?, ¿tendrían los gobiernos que obligarse a asumir los costos de una intervención que es no necesariamente terapéutica?
- Como se puede ver, esta propuesta de derecho al acceso equitativo de la mejora cognitiva no debe tomarse como un Derecho Humano (38) y según Bicocchi (40) debemos apelar al *habeas mentem* para reclamar el derecho a no someterse a mejoras neuronales como requisito previo para mantener u obtener niveles de vida dignos.

- El derecho a la identidad personal: entra en conflicto con el derecho al acceso equitativo del aumento o mejora cognitiva, debido a que toda intervención neuronal conlleva el riesgo de alteraciones que amenazan la identidad y autenticidad personal. Si vamos más allá, este derecho a la identidad personal podría prohibir por completo cualquier neurotecnología en general, por lo que apelar al *habeas mentem* se vuelve algo más importante que la inclusión de los neuroderechos en la esfera de los tratados internacionales. Sin embargo, falta análisis sobre el principio de precaución propuesto por Ingles y Lavazza (42) aplicado a este contexto.
- El derecho protección contra el sesgo algorítmico: según Borbón y colaboradores (38) es aceptable, pero simplista. Hay dos problemas de fondo. El primero es sobre el manejo y el acceso a los datos utilizados para entrenar a los sistemas de inteligencia artificial, los cuales están protegidos bajo leyes de derechos de autor y patentes de algoritmos y datos. Esto restringe el acceso y la transparencia, la cual debería ser el estándar para que otros puedan trabajar activamente y mejorar la rendición de cuentas de los algoritmos en sus procesos para evitar los procesos conocidos como “caja negra” o *black box*. El segundo problema tiene que ver precisamente con los procesos de “caja negra”, puesto que su desconocimiento puede servir como un escape jurídico, que facilite tanto a clientes como a instituciones a no asumir la responsabilidad legal cuando los daños generados deriven en penas imputables. Es necesario que podamos saber por qué un algoritmo toma una decisión y no otra, ¿qué proceso siguió?, ¿cuáles fueron los datos que apoyan esa decisión? Sin transparencia no se puede justificar que los algoritmos son puros *omnia munda mundis*

(“todo es puro para los puros”) y si los datos están corrompidos (tienen sesgos históricos de racismo, sexismo u otros tipos), los algoritmos verán al mundo de forma corrupta (con opacidad e intenciones ocultas de mercado). Ejemplo: si una empresa de Silicon Valley desarrolla una neurotecnología que altera los neurotransmisores para hacer que las personas siempre se sientan optimistas o “puros”, estaría hackeando la capacidad de juicio crítico. En este sentido, apelar al *habeas mentem* se vuelve vital para proteger el derecho a que la mente sea nuestra, aunque sea imperfecta.

Ausencia de un marco jurídico específico y avances

En la actualidad, son pocos los países en el mundo que tienen una regulación específica relacionada con la neurotecnología y son menos aquellos que cuentan con un marco normativo relacionado con los neuroderechos (34). El Parlamento Latinoamericano y Caribeño (Parlatino) trabajó desde el 2017 al respecto, pero fue hasta el 2023 cuando se aprobó una Ley Modelo de Neuroderechos para América Latina y el Caribe. El objetivo de este documento es crear las condiciones legales e institucionales para que los países miembros puedan regular en materia de neurotecnología; entre los neuroderechos que se contemplan en esta ley están:

- La privacidad mental.
- La identidad y autonomía.
- El libre albedrío y autodeterminación.
- Otros puntos importantes: consentimiento, ámbito de aplicación y educación (35).

En octubre del 2021, Chile se convirtió en el único país de América Latina que tiene una ley que reconoce y protege los neuroderechos: la Ley n.º 21.383, la cual modificó la Constitución para establecer que el desarrollo científico y tecnológico debe estar al servicio de las personas, con respeto a la vida y la integridad física y psíquica, resguardando especialmente la actividad cerebral y la información proveniente de ella.

A continuación, se muestra un listado de países en América Latina que aún no cuentan con una ley como tal, pero que empezaron a generar propuestas de marcos normativos sobre el desarrollo de la neurociencia y los neuroderechos:

- Brasil: existe un proyecto de ley (PL 522/2022) en trámite en la Cámara de Diputados. El objetivo es modificar la Ley General de Protección de Datos Personales para conceptualizar los datos neuronales y regular su protección.
- Argentina: se ha presentado un proyecto de ley (Expediente 0339-D-2022) para modificar el Código Procesal Penal Federal. La propuesta busca regular la inclusión de técnicas de imagen cerebral y neurotecnologías como medios probatorios en el ámbito judicial, especificando que solo se usarían con orden judicial y consentimiento explícito. Aunque no es una ley integral de neuroderechos, toca un área clave de la neuro protección.
- México: por más que no cuenta con una legislación específica, existen iniciativas en el Senado (presentada en el 2024), como la creación de la Ley General de Neuroderechos y Neurotecnologías, la cual busca sentar las bases para la protección de la identidad y la integridad mental frente a las neurotecnologías (37).

En la Unión Europea y otros países, como Estados Unidos, también se encuentran avances en este contexto:

- Estados Unidos: el avance ha sido más a nivel estatal, Colorado es el primer y único estado que ha puesto en vigor una ley que protege los datos neuronales (actividad cerebral y del sistema nervioso) como una extensión de “datos sensibles”. En el estado de California también ha habido iniciativas y discusiones para aplicar una legislación de protección a la privacidad de los datos cerebrales.
- Unión Europea: han decidido integrar la protección en los marcos de derechos digitales y el *Reglamento por el que se establecen normas armonizadas en materia de inteligencia artificial 2024/1689 del Parlamento Europeo y del Consejo*, conocido como Ley de Inteligencia Artificial (IA) de la UE, que entró en vigor en junio del 2024, de forma escalonada para dar margen de tiempo para la adaptación de los marcos regulatorios específicos en cada país, por lo que algunos países también han trabajado en sus propias propuestas de ley (33).
 - » España: presentó un Anteproyecto de Ley de Salud Digital que propone reconocer legalmente los neuroderechos y regula el trato de los datos cerebrales en el ámbito sanitario.
 - » Francia: su Código de Salud Pública contiene disposiciones que facultan a las autoridades para prohibir actos procesos o técnicas que tengan por efecto modificar la actividad cerebral, ante sospecha o peligro grave (es una regulación indirecta que se centra en la salud y la actividad cerebral, aunque no usa explícitamente el término neuroderechos).

A pesar del rápido desarrollo y la creciente implementación de las neurotecnologías, existe una notable ausencia

de un marco jurídico en torno a estas, tanto a nivel nacional como internacional (29). Las leyes existentes, las cuales están diseñadas para proteger la privacidad de los datos personales, regular dispositivos médicos o contemplar el consentimiento, no se concibieron pensando en la mente humana como objeto de interacción directa con las neurotecnologías y los sistemas de inteligencia artificial (IA) (30), mucho menos apelan al *habeas mentem* como base para la construcción de los marcos regulatorios. La legislación sobre protección de datos, por ejemplo, no considera explícitamente la naturaleza única y ultrasensible de la información cerebral (el conectoma) ni aborda las complejidades de su extracción, almacenamiento o uso, así como tampoco contempla la particularidad de un sistema donde la voluntad del usuario se fusiona con la acción de una máquina que opera a nivel neural.

Esta gran laguna legal crea un vacío peligroso que puede conducir a escenarios éticamente problemáticos y jurídicamente ambiguos y ser el origen de capas de vulnerabilidad donde no existían o de incrementar las preexistentes, así como la creación nuevas brechas de desigualdades o aumentar las ya existentes. Sin directrices claras, la investigación, el desarrollo e implementación de las BCI podrían avanzar sin la debida supervisión, poniendo en riesgo nuestros derechos fundamentales, sobre todo en los casos de uso no terapéutico, donde el objetivo principal de las neurotecnologías es la mejora cognitiva de individuos sanos y/o la aplicación de estas en contextos no médicos (militares y comerciales). Esta preocupación tiene relevancia urgente, dado que escapa a las pocas regulaciones existentes para dispositivos médicos (38).

La urgencia radica en que, a diferencia de otras tecnologías, las BCI interactúan de manera directa con la esencia

de nuestra identidad y nuestra capacidad de agencia, haciendo que la falta de un marco regulatorio sea una amenaza directa a la autonomía y la dignidad humana.

Otros retos jurídicos en torno a las BCI

Otros puntos que desde el neuroderecho se han explorado poco son la atribución de la responsabilidad legal y del producto en el contexto del uso de las BCI, la regulación sobre la investigación y el desarrollo y los ensayos clínicos que incorporan uso de BCI.

Responsabilidad legal: cuando una acción es mediada por una BCI, la cadena de causalidad se vuelve compleja y difusa, difuminando los límites de la responsabilidad civil y penal. Imaginemos un escenario donde un usuario, controlando una prótesis robótica mediante una BCI, causa un daño a un tercero, ¿quién se considera responsable?, ¿el usuario, cuya intención cerebral inició la acción?, ¿el desarrollador del software si hubo un fallo en el algoritmo?, ¿el fabricante del dispositivo si el hardware es defectuoso?, ¿el médico que implantó el dispositivo si la calibración fue inadecuada? Los marcos legales tradicionales, los cuales se basan en la acción directa y la intencionalidad, no están preparados para estos escenarios. Es necesario explorar nuevos modelos de responsabilidad legal que consideren la interacción entre la voluntad humana, la mediación tecnológica y los posibles fallos inherentes a sistemas complejos. Esto podría implicar la creación de esquemas de responsabilidad objetiva o la reevaluación de la cadena de causalidad para incluir a todos los actores involucrados en el diseño, producción y uso de la BCI.

- Responsabilidad del producto: requiere una adaptación urgente. Las BCI son dispositivos médicos de

alta complejidad, con componentes de hardware y software interconectados y una interfaz directa con el sistema nervioso. Las leyes de responsabilidad del producto deben evolucionar para abordar los fallos que no solo son mecánicos, sino que pueden derivarse de errores en la decodificación de señales, sesgos algorítmicos o interacciones imprevistas con la fisiología cerebral. ¿Cómo se demuestra un defecto en un producto cuya “interfaz de usuario” es la mente? Es crucial establecer estándares claros para la seguridad, fiabilidad y transparencia de estos dispositivos y mecanismos que permitan a los usuarios y terceros afectados buscar reparación efectiva.

- Regulación de la investigación y desarrollo: más allá de los usos finales, la propia investigación y desarrollo de las BCI necesitan una regulación robusta y ética. La naturaleza invasiva de muchas de estas tecnologías y su potencial para impactar en la identidad y la privacidad exige una supervisión rigurosa. En este sentido, los comités de ética en investigación de neurociencia juegan un papel crucial; estos comités necesitan personal especializado y directrices claras que vayan más allá de los principios bioéticos generales. Los especialistas que integren estos comités deben estar familiarizados con las particularidades de las neurotecnologías, sus riesgos específicos (incluidos los psicosociales y de identidad) y las implicaciones a largo plazo de manipular la actividad cerebral. Esto implica la necesidad de formación especializada para sus miembros y la creación de guías éticas adaptadas que aborden cuestiones como la reversibilidad de los procedimientos, la gestión de datos cerebrales sensibles y la protección de poblaciones vulnerables.
- Los ensayos clínicos con BCI: presentan desafíos éticos y legales específicos que deben ser cuidadosamente

regulados, como la obtención del consentimiento informado, que es particularmente compleja dada la naturaleza experimental y los riesgos potenciales desconocidos, por lo que se requieren protocolos rigurosos para la selección de participantes, la monitorización continua de su bienestar (físico y mental) y la gestión de expectativas. La posibilidad de efectos secundarios imprevistos en la personalidad o cognición exige una vigilancia constante y la capacidad de responder rápidamente a cualquier indicio de daño. Además, la financiación de estos ensayos, la transparencia en el financiamiento, la publicación de los resultados y la prevención de conflictos de interés son aspectos que el bioderecho debe abordar para asegurar que la investigación se realice de manera ética y responsable, priorizando siempre la seguridad y el bienestar de los participantes sobre el avance científico o comercial y garantizando el comportamiento ético de los neurocientíficos.

BCI en contextos no médicos: consideraciones éticas para el uso recreativo, militar o comercial de las BCI

Más allá de la aplicación clínica de las BCI, estas tecnologías están siendo exploradas en una variedad de contextos no médicos, cada uno con sus propias implicaciones éticas y legales. Aquí se aborda los siguientes usos:

- El uso recreativo: el uso recreativo de las BCI, como el control de videojuegos o entornos de realidad virtual con la mente, aunque se vea como algo inofensivo, plantea cuestiones sobre la seguridad a largo plazo de la interacción cerebral constante con estos dispositivos, la adicción y la posible comercialización de datos cerebrales para fines publicitarios. En este

caso, ¿quién regula estos dispositivos de consumo?, ¿qué estándares de seguridad se les exigen si no son para uso clínico/terapéutico?

- El uso en el ámbito militar: las BCI representan una frontera particularmente controvertida. La posibilidad de mejorar las capacidades cognitivas, emocionales, motoras y sensitivas de los soldados (mayor concentración, resistencia al estrés, comunicación telepática asistida, control de drones con la mente, etc.) abre un debate sobre la creación de super soldados o *cyber* soldados y las implicaciones para el Derecho Internacional Humanitario y las leyes de guerra. La coerción para el uso de estas tecnologías, los riesgos para la autonomía del personal militar y la posibilidad de sistemas de armas autónomas controladas por BCI son preocupaciones éticas y legales de primer orden, así como la posibilidad de la creación de nuevas armas llamadas neuro *weapons* o neuro armas, con capacidad de alterar las funciones neuronales (cognitivas, emocionales, motoras y sensitivas) del enemigo en turno. La línea entre el soldado humano y la máquina se desdibuja, planteando interrogantes sobre la responsabilidad en el campo de batalla y la humanidad de los conflictos futuros. Esto plantearía pasar de los dominios militares tradicionales (terrestre, aéreo, marítimo, espacial, virtual) a un nuevo dominio militar que sería el cerebral o nervioso. La próxima guerra mundial podría librarse en este dominio sin tener la certeza siquiera de estar inmersos en ella.
- El uso comercial: es un campo fértil para la identificación de dilemas éticos. Actualmente, las empresas buscan decodificar las preferencias de los consumidores directamente de su actividad cerebral para *marketing* personalizado o existen empleadores que desean monitorear la concentración o el estado

emocional de sus trabajadores mediante neuro dispositivos; este punto plantea serios riesgos para la privacidad mental y la libertad individual. La potencial explotación de datos cerebrales para fines económicos, sin un consentimiento plenamente informado y sin una regulación estricta, podría llevar a nuevas formas de manipulación y vigilancia corporativa.

El futuro de la interfaz cerebro-nube: implicaciones legales y éticas de la conexión directa de cerebros a infraestructuras de datos masivas

Mirando hacia el futuro se vislumbra la posibilidad de la interfaz cerebro-nube. Esta visión implica la conexión directa de cerebros a infraestructuras de datos masivas en la nube, permitiendo no solo la carga y descarga de información (conocimiento, habilidades), sino también una forma de pensamiento colectivo o comunicación telepática asistida a escala masiva. Esta idea, impulsada por figuras como Elon Musk con Neuralink, promete revolucionar la interacción humana y el acceso al conocimiento.

Las implicaciones legales y éticas de esta conectividad cerebro-nube son abrumadoras. La privacidad mental adquiere una dimensión sin precedentes. Si nuestros pensamientos y recuerdos pueden ser directamente accesibles por una red global, ¿qué queda de nuestra esfera íntima?, ¿quién es el propietario de los datos cerebrales almacenados en la nube?, ¿pueden filtrarse sin nuestro consentimiento?, ¿pueden venderse?, ¿qué consecuencias legales habrá si esto llega a suceder? El riesgo de ciberataques dirigidos a la mente individual o colectiva se vuelve una posibilidad cercana y sus consecuencias son aterradoras.

La identidad personal y el libre albedrío también enfrentarían desafíos en este contexto. Si parte de nuestra cognición se aloja en la nube, ¿dónde termina el “yo”? Si podemos descargar habilidades o memorias, ¿siguen siendo genuinamente nuestras?, ¿podrían estas conexiones introducir sesgos o incluso imponer pensamientos o ideologías? El concepto de “autonomía cognitiva” se volvería fundamental.

Además, la seguridad de la infraestructura sería crítica, un fallo masivo o un ataque al cerebro-nube podría tener consecuencias catastróficas para la conciencia y la funcionalidad de millones de personas. La responsabilidad legal en caso de fallos o abusos sería inmensamente compleja, involucrando a proveedores de servicios en la nube, desarrolladores de interfaces y usuarios.

La justicia y la equidad serían cuestiones centrales. Si la interfaz cerebro-nube se convierte en una herramienta esencial para el acceso al conocimiento o para la interacción social y económica, ¿cómo se garantiza que todos tengan acceso, evitando una sociedad dividida entre “conectados” y “desconectados”? La posibilidad de una élite con acceso a capacidades cognitivas superiores, asistidas por la nube, plantearía un escenario de desigualdad sin precedentes.

Estos escenarios, aunque futuristas, deben ser discutidos por investigadores y especialistas. Es crucial que desde el bioderecho y la neuroética se anticipen a estas realidades, comenzando a desarrollar marcos regulatorios y principios éticos que protejan los derechos fundamentales y la dignidad humana en una era de conectividad cerebral sin precedentes. La pasividad no es una opción; el futuro de la mente humana y, por ende, de la sociedad, depende de una regulación proactiva y reflexiva.

CONCLUSIONES, PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES: HACIA UN MARCO JURÍDICO PROACTIVO GLOBAL Y LOCAL

Es innegable que el desarrollo, investigación y aplicación de las nuevas neurotecnologías, incluidas las BCI, transformarán nuestra forma de entender el cerebro y la mente humana y nos abrirán una nueva era de posibilidades para la vida y la salud, pero también nos confronta con nuevos desafíos éticos y jurídicos que exigen nuestra atención inmediata y se deben trabajar de manera inter y transdisciplinaria desde la neuroética, el bioderecho y la neurociencia. No podemos mirar hacia otro lado y esperar a que la realidad en torno al uso de las BCI nos supere y nos muestre escenarios complejos; debemos hacer nuestro mejor esfuerzo para generar un diálogo continuo y proactivo para asegurarnos de que estas tecnologías se desarrollen y utilicen de manera que promuevan el bienestar humano y se proteja la dignidad humana y los derechos fundamentales a la luz de los nuevos alcances del desarrollo científico en esta área.

En este contexto, los principios bioéticos clásicos de beneficencia, no maleficencia, autonomía y justicia junto con la neuroética y el bioderecho pueden ayudarnos a debatir y sentar las bases para regular el desarrollo y aplicación de las neurotecnologías. A este análisis debemos agregarle el principio de transparencia en los procesos algorítmicos, protección de la dignidad humana y privacidad en el manejo de los datos neuronales de los individuos.

El concepto *habeas mentem* debe ser el centro o piedra angular de los neuroderechos, en el que se construya un marco jurídico evolutivo, el cual defienda la libertad de voluntad, el consentimiento sin manipulación u opacidad

comercial y la privacidad de la mente humana como un fin y no como un medio. *Habeas mentem* busca proteger la pureza de nuestros procesos mentales, la máxima *omnia munda mundis* nos recuerda que la mente es el filtro definitivo de la realidad. Si una neurotecnología lograra corromper ese filtro (cambiar nuestra voluntad o sesgar nuestra percepción), nada en el mundo exterior sería percibido de manera auténtica o “pura” por el individuo. Indiscutiblemente la irrupción de las neurotecnologías nos obliga a expandir los marcos jurídicos existentes y estos nuevos neuroderechos emergentes, que se perfilan como una respuesta a la necesidad ineludible de protección en una era donde la mente y la máquina comienzan a converger, tendrían que ser objeto de un debate más profundo y extenso antes de aceptarse como el estándar internacional a seguir.

Debemos hacer lo posible para asegurar de que esta poderosa tecnología se utilice únicamente para el bien de la humanidad y no para su detrimento.

A pesar de los esfuerzos que se han hecho desde los organismos internacionales y algunos países como Chile, es necesario reconocer que hay una ausencia de marcos jurídicos especializados que aborden los retos y desafíos que plantea el uso de estas neurotecnologías, tanto para México como para otros países, por lo que se hace énfasis en la necesidad urgente y prioritaria de trabajar en la creación de nuevas leyes que garanticen la seguridad de la esfera cerebral y mental en el contexto de las neurotecnologías.

En el caso muy particular de México, se requiere una legislación que considere su contexto de vulnerabilidad social. No basta con replicar modelos externos; se debe

adaptar la protección a la realidad de disparidad en el acceso a la salud y la tecnología en el país.

También se recomienda la adopción e incorporación en los nuevos marcos jurídicos de los países, jurisprudencias que apelen al concepto *habeas mentem* como piedra angular para la protección de la mente humana y para realizar un análisis más profundo sobre los neuroderechos, especialmente en el contexto mexicano y latinoamericano. Estos marcos regulatorios, una vez establecidos, serán cruciales para la creación de las nuevas políticas públicas alrededor del uso de las neurotecnologías.

Es importante recordar que la responsabilidad directa e inmediata en la tarea de promover y proteger los Derechos Humanos dentro de un territorio determinado recae sobre el Estado correspondiente, no sobre la comunidad internacional. Por eso, la adopción de nuevos marcos regulatorios, así como la adaptación de las normas civiles, penales y procesales, deben estar adaptadas al contexto particular de cada Estado.

Se recomienda que el consentimiento informado en el contexto de la neurotecnología no debe ser un acto único y automatizado, sino ser considerado como un proceso dinámico y continuo, dada la incertidumbre sobre los efectos a largo plazo en la conectividad cerebral y la identidad.

Asimismo, se recomienda la incorporación de la transparencia algorítmica como un derecho humano, puesto que es necesario eliminar los procesos de “caja negra” en las decisiones de las IA, conocer la manera como las BCI toman decisiones es crucial para la rendición de cuentas, el establecimiento de la imputabilidad de las

penas, la manipulación mental con fines comerciales y la eliminación de los sesgos algorítmicos.

Otra recomendación final sobre este análisis es que debe existir una regulación muy estricta en torno al uso de la neurotecnología con fines de mejoramiento cognitivo en intervenciones no terapéuticas (lúdicas, militares, comerciales, académicas), especialmente debido a la vulnerabilidad extrema por subordinación que presentan estos grupos.

La naturaleza global de la neurotecnología y la neurociencia hace necesaria la existencia de un marco regulatorio internacional, además de las regulaciones con las que cada Estado deberá contar. Para ello, se necesita de la cooperación internacional y el esfuerzo de los diferentes países. Aún falta mucho por hacer en el contexto de la regulación sobre las neurotecnologías; sin embargo, organismos internacionales como la ONU, la Unesco, la OMS, Parlatino o la UE han dado los primeros pasos y sentado un avance en la materia (36). La creación de un “Convenio de Oviedo” de las neurotecnologías a nivel internacional o la ampliación de instrumentos como la Declaración Universal de Derechos Humanos para incluir los neuroderechos serían pasos significativos (39).

Este marco proactivo, global y local debe estar basado en los principios de transparencia, rendición de cuentas, pluralismo y participación pública. La sociedad civil debe tener voz y voto en la configuración de estas normativas, ya que son sus derechos y su futuro los que están en juego. Se requiere un esfuerzo coordinado y vinculante para crear un terreno de juego ético y legal uniforme a nivel mundial para evitar “paraísos” donde las regulaciones laxas o insuficientes permitan el desarrollo y uso de neurotecnologías sin restricciones éticas

y para garantizar que los derechos de los individuos sean protegidos dondequiera que estas se utilicen.

Este es un llamado a la acción multidisciplinar, pues la complejidad de los desafíos que plantean las BCI no puede ser abordada por una sola disciplina. Es fundamental hacer un esfuerzo conjunto que integre el conocimiento y la perspectiva de neurocientíficos, juristas, eticistas, filósofos y la sociedad civil. Los neurocientíficos deben informar sobre las capacidades actuales y futuras de las BCI, sus límites y sus riesgos técnicos; los juristas son esenciales para traducir los principios éticos en marcos legales aplicables; los eticistas y filósofos aportan las herramientas conceptuales para la reflexión profunda sobre la dignidad humana, la identidad y la autonomía, y la sociedad civil (pacientes, usuarios potenciales, grupos de derechos humanos) debe ser una voz activa en el debate, garantizando que las soluciones no solo sean técnicamente factibles y legalmente sólidas, sino aceptables y centradas en el bienestar humano. Se necesitan foros de diálogo continuo, conferencias intersectoriales y plataformas de colaboración que faciliten el intercambio de ideas y la construcción de consensos. La educación pública sobre las BCI y sus implicaciones son cruciales para fomentar una ciudadanía informada y capaz de participar en el debate.

En última instancia, el futuro de la conectividad cerebral es una historia que estamos escribiendo colectivamente. La tecnología avanza a pasos agigantados, pero la sabiduría para guiarla y los marcos para proteger a la humanidad deben avanzar a un ritmo similar. El biodercho, nutrido por la neuroética y en diálogo constante con la neurociencia y la sociedad, tiene la misión vital de asegurar que esta nueva era sea una de progreso y empoderamiento y no de riesgo y vulneración. La protección de la mente humana, en toda su complejidad y fragilidad, debe ser nuestra máxima prioridad.

REFERENCIAS

1. Wolpaw JR, Wolpaw EW, editores. *Brain-computer interfaces: principles and practice*. Oxford: Oxford University Press; 2012. DOI: <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195388855.001.0001>
2. Lebedev MA, Nicolelis MAL. Brain-machine interfaces: from basic science to neuroprosthetics and neurorehabilitation. *Physiol Rev*. 2017;97(1):767-837. DOI: <https://doi.org/10.1152/physrev.00027.2016>
3. Yuste R, Goering S, Arcas M, Bi G, Carmena JM, Carter A, et al. Four ethical priorities for neurotechnologies and AI. *Nature*. 2017;551(7679):159-63. DOI: <https://doi.org/10.1038/551159a>
4. Nicolas-Alonso LF, Gomez-Gil J. Brain computer interfaces, a review. *Sensors (Basel)*. 2012;12(2):1211-79. DOI: <https://doi.org/10.3390/s120201211>
5. Farah MJ. The unknowns of cognitive enhancement. *Science*. 2015;350(6259):379-80. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.aad5893>
6. Levy N. *Neuroethics: Challenges for the 21st Century*. Cambridge: University Press; 2007. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511811890>
7. Roskies AL. Neuroethics for the new millennium. *Neuron*. 2002;35(1):21-3. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(02\)00763-8](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(02)00763-8)
8. Illes J, Raffin T. Neuroethics: a new discipline in the new millennium. *Brain Cogn*. 2007;65(2):169-72. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0278-2626\(02\)00522-5](https://doi.org/10.1016/S0278-2626(02)00522-5)
9. Clausen J. Man, machine and in between. *Nat Biotechnol*. 2009;27(8):699-702. DOI: <https://doi.org/10.1038/nbt0809-699>
10. Sánchez Trujillo MG, Martínez Sánchez CA. La regulación de la investigación científica en México: Un análisis de los marcos éticos y normativos desde la CONBIOÉTICA hasta los Comités de Ética en Instituciones de Educación Superior. *Biotecnia*. 2024;26(1):e2348. DOI: <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v26.2348>
11. Romeo-Casabona CM. Bioderecho. En: *Cursos de derecho penal, parte general*. Bogotá: Universidad Externado de Colombia; 2002. p. 41-76.
12. Ienca M, Andorno R. Towards new human rights in the age of neuroscience and neurotechnology. *Life Sci Soc Policy*. 2017;13(1):5. <https://doi.org/10.1186/s40504-017-0050-1>
13. Sánchez Trujillo MG, Martínez Sánchez CA. La regulación de la investigación científica en México: Un análisis de los marcos éticos y normativos desde la CONBIOÉTICA hasta los Comités de Ética en Instituciones de Educación Superior. *Biotecnia*. 2024;26(1):e2348. DOI: <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v26.2348>
14. Farah MJ. Neuroethics: the ethical, legal, and societal implications of neuroscience. *Annu Rev Psychol*. 2012;63:571-91. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.093008.100438>
15. Ienca M, Fins JJ, Jox RJ, Jotterand F, Voienky S, Andorno R, Kellmeyer P. Towards a governance framework for brain data. *Neuroethics*. 2022;15(2):20. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12152-022-09498-8>
16. Jotterand F, Ienca M. The neuroethical debate on brain-computer interfaces: a new challenge for human rights. In: *Brain-Computer Interfaces*. Amsterdam: Elsevier; 2017. p. 433-46.
17. Gordon EC, Seth AK. Ethical considerations for the use of brain-computer interfaces for cognitive enhancement. *PLOS Biology*. 2024;22(10):e3002899. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3002899>
18. Kubler A, Mattia D, editores. *Brain-computer interface in neurological rehabilitation*. Front Syst Neurosci. 2018.
19. Lavazza A, Balconi M, Ienca M, Minerva F, Pizzetti FG, Reichlin M, Samorè F, Sironi VA, Sosa Navarro M, Songhorian S. Neuralink's brain-computer interfaces: medical innovations and ethical challenges. *Frontiers in Human Dynamics*. 2025;7. <https://doi.org/10.3389/fhumd.2025.1553905>

20. Kubben P. Invasive Brain-Computer Interfaces: A Critical Assessment of Current Developments and Future Prospects. *JMIR Neurotechnology*. 2024;3:e60151. DOI: <https://doi.org/10.2196/60151>
21. Ienca M, Andorno R. Towards new human rights in the age of neuroscience and neurotechnology. *Life Sciences, Society and Policy*. 2017;13(1):5. <https://doi.org/10.1186/s40504-017-0050-1>
22. Yuste R, Goering S, Arcas BA *et al*. Four ethical priorities for neurotechnologies and AI. *Nature*. 551:159-63. DOI: <https://doi.org/10.1038/551159a>
23. Ienca M, Haselager P. Hacking the brain: brain-computer interfacing technology and the ethics of neurosecurity. *Ethics Inf Technol*. 2016;18(2):117-29. <https://doi.org/10.1007/s10676-016-9398-9>
24. Ienca M, Haselager P. Hacking the brain: brain-computer interfacing technology and the ethics of neurosecurity. *Ethics Inf Technol*. 2016;18(2):117-29. <https://doi.org/10.1007/s10676-016-9398-9>
25. Lavazza A. Freedom of thought and mental integrity: The moral requirements for any neural prosthesis. *Front Neurosci*. 2018;12:82. <https://doi.org/10.3389/fnins.2018.00082>
26. Rainey C, Ienca M, Zohny S. Who is responsible for AI-mediated harms? *Neuroethics*. 2023;16(1):1-14. <https://doi.org/10.1007/s12152-023-09515-4>
27. Goering S, Klein E, Sullivan LS, Wexler A, Arcas BAY, Bi G, Carmena JM, *et al*. Recommendations for responsible development and application of neurotechnologies. *Neuroethics*. 2021;14(3):365-82. <https://doi.org/10.1007/s12152-021-09468-6>
28. Ienca M, Andorno R. Hacia nuevos derechos humanos en la era de la neurociencia y la neurotecnología. *Análisis Filosófico*. 2021;41(2):141-92. <https://doi.org/10.36446/af.2021.386>
29. Kellmeyer P. Ethical and legal implications of the use of neurotechnology for human enhancement. *Frontiers in Systems Neuroscience*. 2018;12:29. DOI: <https://doi.org/10.3389/fn-sys.2018.00029>
30. Burwell S, Sample M, Racine E. Ethical aspects of brain computer interfaces: a scoping review. *BMC Med Ethics*. 2017;18(1):60. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12910-017-0220-y>
31. Cáceres Nieto E, Díez García J, García García E. Neuroética y neuroderechos. *Rev Posgrado Derecho UNAM*. 2021;(15):50. DOI: <https://doi.org/10.22201/ppd.26831783e.2021.15.179>
32. García-López E. Neuroderecho en América Latina. El papel del Instituto Nacional de Ciencias Penales. *Rev Mex Cienc Penales*. 2020;3(12):3-12. DOI: <https://doi.org/10.57042/rmcnp.v3i12.363>
33. Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. Reglamento (UE) 2024/1689... *Diario Oficial de la Unión Europea* [Internet]. 2024 jun 19 [citado 2025 nov 10];L:2024/1689. Disponible en: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202401689
34. Aniballi C. Neurotecnologías y neuroderechos. Perspectivas regulatorias en el ámbito europeo y latinoamericano. *Universitas (Quito)*. 2025;(47):39-63. DOI: <https://doi.org/10.20318/universitas.2025.9574>
35. Parlamento Latinoamericano. *Ley Modelo de Neuroderechos para América Latina y El Caribe*. Panamá: Parlatino; 2023.
36. Consejo de Derechos Humanos de Naciones Unidas. Fundamentos y principios para la regulación de neurotecnologías y el tratamiento de neurodatos... [Internet]. Ginebra: Naciones Unidas; 2025 ene 16 [citado 2025 nov 10]. Disponible en: <https://documents.un.org/doc/undoc/gen/g25/000/83/pdf/g2500083.pdf>
37. Lagunes Soto Ruíz A. Iniciativa con proyecto de decreto... [Internet]. México: Sistema de Información Legislativa; 2024 jul 17 [citado 2025 nov 10]. Disponible en: https://sil.gobernacion.gob.mx/Archivos/Documentos/2024/07/asun_4765214_20240717_1721235743.pdf
38. Borbón D, Borbón L, Mora-Gómez X, Villamil-Mayoral S. El preocupante clausulado de la Ley Modelo de Neuroderechos del Parlatino. *Ius Et Scientia*. 2023;9(2):228-60. DOI: <https://doi.org/10.12795/IESTSCIENTIA.2023.i02.11>

39. Andorno R. Neurotecnologías y derechos humanos en América Latina y el Caribe: Desafíos y propuestas de política pública [Internet]. París: Unesco; 2023 [citado 2025 nov 10]. 42 p. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000387079>
40. Bicocchi J. Return to habeas mentem. Undeferrable reflections on neurorights, the sixth domain of military operations and the last frontiers of human rights. *Quaderni di Semantica*. 2023;78(9):271-98. https://www.researchgate.net/publication/377876052_Return_to_habeas_mentem_Undeferrable_reflections_on_neurorights_the_sixth_domain_of_military_operations_and_the_last_frontiers_of_human_rights
41. Ienca M, Andorno R. Hacia nuevos derechos humanos en la era de la neurociencia y la neurotecnología. *Análisis Filosófico*. 2021;41(2):141-92. DOI: <https://doi.org/10.36446/af.2021.386>
42. Inglese S, Lavazza A. ¿Qué debemos hacer con las personas que no pueden o no quieren protegerse de las amenazas neurotecnológicas? *Front Hum Neurosci*. 2021;15:703092. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnhum.2021.703092>