



ARTÍCULO

Bioética y Derecho. Una reflexión sobre los posibles neuroderechos aplicables a las brain-computer interfaces

*Bioethics and Law. A reflection on the potential neuro-rights applicable to brain-computer
interfaces*

Edgar Iván Ortega Peñuelas

 0000-0002-1136-645X

Recibido: 12 de Mayo

Aceptado: 22 de Junio

Sumario. I. Introducción; II. Aspectos preliminares; III. Beneficios de implementar interfaces cerebro-computacionales en seres humanos; IV. Riesgos de la implantación de interfaces cerebro-ordenador en seres humanos; V. Implicaciones biojurídicas de la implantación de interfaces computacionales en seres humanos; VI. ¿Hacia el reconocimiento de nuevos derechos de la mente?; VII. Conclusiones; VIII. Relación bibliográfica.



Bioética y Derecho. Una reflexión sobre los posibles neuroderechos aplicables a las brain-computer interfaces

Bioethics and Law. A reflection on the potential neuro-rights applicable to brain-computer interfaces

Resumen: El presente estudio busca explicar las necesidades de regulación provenientes de las implantaciones intracraneales de interfaces cerebro computadora en seres humanos. Esto a través de la exploración de argumentos en favor de su uso, pero al mismo tiempo de los riesgos propios de su implementación. Los cuales encuentran una especial relevancia para la ciencia jurídica dada la existencia de posibles derechos característicos y de inusual existencia en los ordenamientos jurídicos.

Palabras clave: Bioética; Neurotecnología; Neuroderechos.

Abstract: This study seeks to explain the regulatory needs arising from the intracranial implantation of brain-computer interfaces in humans. This is achieved through an exploration of arguments in favor of their use, while simultaneously examining the inherent risks of their implementation. These risks are particularly relevant to legal science given the existence of potentially unique and unusual rights within legal systems.

Keywords: Bioethics; Neurotechnology; Neurorights.

I. Introducción

En la actualidad existe gran expectativa en relación con el uso de la brain-computer interfaces (BCI) dado que expresan la posibilidad de cambiar la vida de miles de personas en el mundo al permitirles recuperar funciones esenciales vitales y de integración sensorial, comunicarse o ejecutar acciones por medio de la interconexión cerebral con las computadoras. Esto permite la programación de softwares capaces de generar nuevos engramas con el uso de inteligencia artificial, poniendo al ser humano en la calidad de transhumanismo.

No obstante, los amplios beneficios que ello conlleva también existen serias preocupaciones éticas, sociales y jurídicas en virtud de las posibles afectaciones a la mente, la privacidad, la salud e incluso la integridad de quienes obtén por esta

herramienta neurotecnológica, despertando especial atención en el Derecho al ser este el mecanismo idóneo de regulación y proclamación de valores y derechos esenciales en este campo del conocimiento humano.

Por lo tanto, el presente trabajo representa un intento por producir un avance en la discusión en cuanto a la regulación normativa de esta herramienta tecnológica, advirtiendo a los derechos que se encuentran en fase de creación y/o reconocimiento, a través del contrapeso entre los argumentos que se expresan a favor y aquellos en contra del uso de estas nuevas neurotecnologías.

II. Aspectos preliminares

En un inicio debemos expresar que “una brain-computer interface es comprendida como un dispositivo tecnológico capaz de registrar señales eléctricas del cerebro en tiempo real, con el objetivo de controlar dispositivos externos, comunicarse y rehabilitar funciones neuromotrices, permitiendo al usuario manipular su actividad cerebral en vez de ejecutar movimientos físicos voluntarios para realizar una tarea”. Esto abre la posibilidad de que las personas que presentan algún padecimiento psicomotriz o alguna afectación que condicione su libre movimiento, puedan tener la oportunidad de realizar actividades mediante dispositivos electrónicos, principalmente ordenadores.

De esta forma, se pueden entender las interfaces cerebro-computadora -por su traducción al español- como “un sistema que mide la actividad cerebral y la convierte (casi) en tiempo real en resultados funcionalmente útiles para reemplazar, restaurar, mejorar, suplementar y/o mejorar los resultados naturales del cerebro, cambiando así el proceso continuo, interacciones entre el cerebro y sus entornos externos o internos. Además, puede modificar la actividad cerebral mediante la entrega dirigida de estímulos para crear entradas funcionalmente útiles para el cerebro”.

Con ello, se puede apreciar que la aplicación de esta herramienta tecnológica puede lograr el desarrollo de múltiples funciones que van desde la identificación e interpretación de señales cerebrales hasta su conversión en ejecuciones eficaces capaces de desempeñar actividades -hasta antes imposibles de realizar- a quien se ve condicionado por algún padecimiento o limitante corpórea.

Por lo tanto, “puede entonces definirse a la Brain-computer Interface como un dispositivo el cual, registrando la actividad neuronal de un sujeto para procesar sus intenciones y convertirla en señales de comando, permite la interacción del ente con su entorno a través de una herramienta artificial capaz de suplantar nervios y músculos”. De esta forma, le otorga la capacidad de recuperar funciones esenciales como el hablar, escribir, o gestionar diversas tareas que pueden ser efectuadas por medio de tecnologías computacionales.

De igual forma se puede decir que “el componente central es el «link», un dispositivo que se implanta en la corteza cerebral y que contiene chips con la capacidad de procesar y transmitir información obtenida a partir de las neuronas en tiempo real, e incluso permite estimular dichas células por estimulación cerebral profunda. (...) Este implante está conectado a unas sondas de escala neuronal y muy flexibles que contienen muchos electrodos”.

La estimulación cerebral profunda es una técnica quirúrgica en la cual se implantan electrodos en estructuras intracerebrales con el objeto de mejorar trastornos del movimiento o psiquiátricos refractarios y severos que generan un compromiso mayor de la funcionalidad y las capacidades de los pacientes que los sufren. Por ejemplo, los investigadores en la tecnología Neuralink han utilizado un máximo de 256 electrodos para demostrar el control neuro protésico humano de extremidades robóticas, sintetizadores de voz y cursores de computadora.

Aunado a lo referido con anterioridad, se puede sostener que bajo esta categorización las interfaces cerebro-ordenador “pueden clasificarse en herramientas invasivas, que requieren la implantación directa de electrodos o dispositivos en el tejido cerebral, estudian la actividad cerebral desde el interior del cráneo, por lo que requieren operación quirúrgica para el injerto de electrodos o implantes neuronales”.

Al estimular tejido cerebral a través de la implantación de electrodos biocompatibles, se restaura la actividad cerebral alterada por la enfermedad subyacente. Tendría un efecto neuroprotector al reducir la liberación de neurotransmisores para lograr el mismo efecto; reduciendo las dosis de medicamentos para mantener la enfermedad. Se generaría plasticidad

neuronal mejorando la calidad de vida a través de nuevos canales de comunicación. Sin embargo, se podría predecir la conducta a través del monitoreo de la actividad cerebral.

Bajo estas precisiones es considerable el hecho de que existen opiniones divergentes en cuanto al uso de dicha tecnología cerebral, “planteando un gran número de cuestionamientos éticos y jurídicos, como es el caso del consentimiento informado, el acceso oportuno y equitativo a estas tecnologías, la privacidad de datos neuronales, entre otros de urgente revisión y estudio, al ser esta un área tan novedosa para el Derecho como es conocido hoy en día y para el futuro de las relaciones humanas”.

Dichos planteamientos no son menores en un mundo en donde la implementación de los avances científicos ha superado lo establecido y reconocido por la norma jurídica, formulando serias interrogantes sobre su prohibición o permisión. Desde el punto de vista ético son muchos los dilemas a los que el Derecho no puede dejar pasar por desapercibido, en razón a los efectos que se presentarían con especial notoriedad a nivel social, tecnológico, económico y jurídico.

III. Beneficios de implementar interfaces cerebro-computacionales en seres humanos

Se ha hablado con mucha ilusión sobre los posibles beneficios de las interfaces cerebro-computacionales en los seres humanos advirtiéndose a la multiplicidad de funciones corpóreas y cerebrales que serían beneficiadas para quienes por algún padecimiento o impedimento psicomotor no le son posibles de realizar. Es por ello por lo que consideramos oportuno mencionar algunos de los impactos positivos que dichas neurotecnologías podrían aportar en beneficio de los seres humanos.

Uno de los principales beneficios se encuentra asociado con la calidad de vida que puede desempeñar una persona que recurre a estas herramientas biotecnológicas. En este sentido, “es necesario advertir el posible aporte de las BCI en la consecución de una vida digna, pues no puede negarse la capacidad de estos dispositivos de mejorar casi instantáneamente la vida de una persona afectada por alguna patología o discapacidad caracterizada por impedirle llevar una vida normal”.

Cabe destacar que uno de los valores esenciales que el derecho protege es la dignidad. En este rubro, si existe la posibilidad de que a través de la neurociencia se potencialice la

realización óptima de ese valor, entonces es legítimo considerar la posibilidad de su regulación. No obstante, esto debe ser bien analizado debido a las prácticas invasivas y desmedidas que también puede acarrear el uso de una herramienta neorotecnológica como la aquí estudiada.

Asimismo, es de considerar el hecho de que “las BCI tienen el potencial de ampliar esa autonomía al permitirle tener más posibilidades de tomar decisiones, como puede suceder con una persona cuya movilidad y funciones motrices se han visto afectadas por un accidente, logrando caminar y ejecutar tareas nuevamente gracias a la implementación de un dispositivo in comento”. Lo cual genera grandes expectativas en las personas que han renunciado a la posibilidad de rehacer su vida de manera íntegra. Es por ello que reconocemos que no se trata de una tecnología convencional. Más bien de un campo revolucionario de desarrollo de las capacidades cerebro-vasculares que crea posibilidades reales al proporcionar a los seres humanos un desempeño óptimo en funciones psicomotrices hasta antes condicionadas por diversos padecimientos o impedimentos fisiológicos. Lo cual, por un lado, promete grandes beneficios en la realización de derechos y valores como la dignidad y la autonomía personal, al menos desde la expectativa médico-científica.

Asimismo, las brain-computer interfaces brindan la posibilidad de “mejorar la calidad de vida de personas con parálisis facilitándoles modos alternativos de comunicarse, ya sea por medio de texto o por síntesis de voz, además de proporcionarles diferentes alternativas de ocio como puede ser navegar por la web o utilizar diferentes softwares de los dispositivos tecnológicos”. Por lo tanto, sostenemos que es factible que la permisión abierta en el uso de interfaces cerebro-computadora dé posibilidades de mejora en la especie humana -al menos es la promesa que la ciencia médica plantea-, lo cierto es que de perfeccionarse dicha tecnología intracraneal abrirá múltiples posibilidades de mejora y calidad en la salud y la vida misma de los seres humanos. Por lo que debe continuarse con los estudios especializados para efectos de que sea lo mayormente segura su implementación, tarea que seguramente será desarrollada con eficiencia en un futuro no muy lejano.

En este contexto, “la tecnología BCI actual se centra principalmente- en resultados terapéuticos, como ayudar a personas con lesiones medulares. Estos avances podrían revolucionar el tratamiento de numerosas afecciones, desde lesiones cerebrales y parálisis

hasta epilepsia y esquizofrenia, y mejorar la experiencia humana”. Por lo que los beneficios son importantes dado que existen un gran número de personas que padecen dichas aflicciones.

Por mencionar algunos casos prácticos, por ejemplo “en España, Monasterio Astobiza y otros llevaron a cabo un estudio empírico de métodos mixtos (cualitativos y cuantitativos). La conclusión de que «la mayoría de los profesionales de la rehabilitación aceptan, en mayor o menor medida, el uso de interfaces cerebro-computadora (ICC) en la terapia de rehabilitación» surgió de la etapa cuantitativa del estudio. Sin embargo, de la etapa cualitativa del estudio surgieron «fuertes preocupaciones sociales (y de otro tipo), actitudes y percepciones en contra del uso de la tecnología ICC en su práctica diaria»”.

Esto demuestra la posibilidad de un impacto positivo en términos terapéuticos en rehabilitaciones, lo cual advierte a que la confiabilidad de la medida implantacionaria sea susceptible de viabilidad en el futuro cercano. No obstante, la preocupación en el plano cualitativo revela un amplio dilema en cuanto a la finalidad de las interfaces cerebro computadoras, dadas las alternativas en las cuales pudiera ser utilizada.

De igual forma, en palabras de Alonso Valerdi, Arreola Villanueva y Agüero García, en países como México -en donde existe un elevado número poblacional- la implementación de las brain-computer interfaces tendrían un gran impacto social, dada la multiplicidad de padecimientos que pudiesen ser tratables a través de esta neurotecnología, lo cual justifica explorar la posibilidad de su consideración para tales fines. En este sentido:

De acuerdo con las estadísticas del INEGI, 7.2 millones de mexicanos tienen dificultad para llevar a cabo actividades básicas, mientras que 15.9 millones tienen alguna limitación moderada, representando el 6% del total de la población. Si los sistemas ICC llegaran a ser una realidad accesible, no solo las personas con dificultad de movimiento (hasta el 80% de la población con discapacidad mayor a 60 años) serían beneficiadas, sino que de acuerdo a las aplicaciones de los sistemas ICC propuestas a la fecha, se podrían dar alternativas a personas con dificultades comunicativas (hasta 46% de la población con discapacidad entre 0 y 14 años), de aprendizaje (hasta 45% de la población con discapacidad mayor a 60 años), y mentales (hasta 28% de la población con discapacidad entre 15 y 29 años).

Por lo que se genera una amplia expectativa en el aprovechamiento de las interfaces cerebro computadora, sobre todo en donde existe un gran número de personas que presentan algún padecimiento que condiciona su calidad de vida. No obstante, es imperativo lograr resultados eficientes relacionados con la seguridad en la implementación de la tecnología neurocraneal para de esa forma poder adoptar medias permisivas bajo las regulaciones normativas correspondientes.

A. Enfermedades susceptibles de ser tratadas mediante las Brain-Computer Interfaces en humanos

Dentro de este campo las enfermedades o padecimientos que son posibles de tratar mediante las interfaces cerebro ordenador destacan las convulsiones, epilepsia, esclerosis múltiple, enfermedad de Alzheimer y la enfermedad de Parkinson. De igual forma, cabe destacar que los padecimientos producidos por alguna pérdida físico-motriz presentan amplias posibilidades de ser atendidas por medio de esta tecnología computacional.

En este sentido, “una convulsión es un episodio de función neurológica anómala, causado por la descarga eléctrica inapropiada de neuronas cerebrales. Una alteración transitoria de la conducta debido a la activación rítmica, sincrónica y desordenada de poblaciones de neuronas cerebrales. Desde una perspectiva de red, las convulsiones surgen de circuitos corticales, talamocorticales, límbicos o incluso del tronco del encéfalo”.

Las convulsiones están presentes en distintas patologías y no son específicas. Sin embargo, aquellas que afecten la plasticidad cerebral y no la neuroplasticidad, serán los mejores candidatos a las terapias invasivas con interfaces cerebro-computadora. Predecir una crisis convulsiva y evaluar con exactitud la estructura afectada, reduciría los recursos diagnósticos y terapéuticos en las urgencias, los costes en la rehabilitación y aumentaría la diversidad funcional del individuo afectado, con menor riesgo de atrofia encefálica y lesión medular por alguna comorbilidad.

De esta forma se puede sostener que “la epilepsia es una enfermedad crónica de convulsiones recurrentes que también puede oscilar entre síntomas breves y casi indetectables y períodos de vigorosa agitación y convulsiones. En aquellos casos en los que una persona tiene una lesión cerebral debida a un traumatismo, un accidente cerebrovascular

o una infección, puede transcurrir un tiempo de varios meses o años después de la lesión hasta que comiencen las crisis epilépticas”.

De la misma manera es necesario “comprender los mecanismos de la epileptogénesis en términos celulares y moleculares debería proporcionar un marco para el desarrollo de enfoques terapéuticos novedosos. Desafortunadamente, los medicamentos utilizados en la actualidad no solo controlan la actividad convulsiva, en más o menos un tercio de los pacientes, sino que frecuentemente causan efectos adversos no deseados que varían en intensidad desde la alteración mínima del Sistema Nervioso Central hasta la muerte por anemia aplásica o insuficiencia hepática”.

En relación con la enfermedad de Alzheimer esta “se define como el envejecimiento prematuro del encéfalo, que suele comenzar al llegar a la mitad de la vida adulta y progresa con rapidez hasta la enorme pérdida de las capacidades mentales. La muerte generalmente se produce dentro de los 6 a 12 años de inicio, la mayoría de las veces a partir de una complicación de inmovilidad, como neumonía o embolia pulmonar. El tratamiento puede ser difícil, y las propuestas no farmacológicas deben ser principalmente de primera línea”.

Asimismo, “la enfermedad de Parkinson, que es el segundo trastorno neurodegenerativo más frecuente después de la enfermedad de Alzheimer, se produce aproximadamente en 1 de cada 1000 personas de la población general y en el 1% de las personas mayores de 65 años”. Los síntomas de la enfermedad de Parkinson empeoran con el tiempo, y pueden reducir considerablemente el bienestar y la calidad de vida.

Existe cierta evidencia de que el tratamiento precoz puede preservar la calidad de vida incluso cuando los pacientes son levemente sintomáticos. “La levodopa es el tratamiento más eficaz de la enfermedad de Parkinson, aunque no altera el curso de la enfermedad y se asocia a efectos secundarios. La estimulación encefálica profunda bilateral del núcleo subtalámico o el globo pálido mejora los síntomas de esta enfermedad”.

Otro padecimiento es la esclerosis múltiple misma que “es una enfermedad caracterizada por áreas multifocales de desmielinización en el encéfalo y la médula espinal, con infiltrado de células inflamatorias asociados, gliosis reactiva y degeneración axónica. Suele presentarse en adultos jóvenes con disfunción neurológica episódica. La incidencia anual varía según su localización y oscila entre 1,5 y 11/100,000 personas. Es la segunda causa más frecuente (la

primera son los traumatismos) de discapacidad neurológica en adultos jóvenes. Se trata de una enfermedad autoinmunitaria”.

Con todo ello, se advierte que los beneficios que nos plantean las brain-computer interfaces son múltiples y asociados a padecimientos recurrentes que condicionan a muchas personas en el mundo. Sin embargo, no todo es positivo en el campo de la implementación, mostrando serias preocupaciones bioéticas y jurídicas dado que como se verá a continuación, los riesgos en cuanto a su eficacia o resultados no deseados —entre otras preocupaciones—son una constante limitación para su regulación normativa y permisión médica.

IV. Riesgos de la implantación de interfaces cerebro-ordenador en seres humanos

Es de mencionar que han sido muchos los cuestionamientos en relación con la aplicación de interfaces cerebro-ordenador en seres humanos. Las inquietudes van desde preocupaciones éticas, económicas, sociales y jurídicas, por mencionar algunas. En este sentido, se vuelve imperante explorar algunos de los señalamientos más relevantes en cuanto a esta neurotecnología implantacional.

De esta forma, es destacable que “los ICCs plantean una serie de desafíos éticos que abarcan diversos aspectos, como sus posibles impactos en la identidad y la personalidad, las implicaciones para la autonomía y la seguridad de la persona usuaria durante su utilización, así como la protección de su privacidad. Además, surgen interrogantes sobre la responsabilidad y la regulación de estos dispositivos, la equidad en su acceso y aplicación, y la investigación y el consentimiento en este campo”.

Estos señalamientos demuestran el grado de complejidad en cuanto a la permisión médico-jurídica de las interfaces cerebrales. Identificamos un alto número de valores y derechos que entran en juego con la posibilidad de ser vulnerados por el avance neurocientífico. Por así decirlo, aspectos que van desde la individualidad del ser humano hasta su interacción con la sociedad y por qué no decirlo, con las máquinas y la realidad virtual. De ello también se advierte la falta de preparación de un escenario jurídico que proteja dichos valores y derechos esenciales.

Por ejemplo, en relación con la privacidad autores como Sasha Burwell, Matthew Sample y Erick Racine sostienen que:

Con las nuevas formas de conectarse al cerebro, existe la posibilidad de nuevas violaciones de la privacidad del usuario. Un estudio sobre la comprensión pública de las interfaces cerebro-computadora (BCI) reveló que la privacidad es una preocupación importante para los participantes. Algunos investigadores comparten esta preocupación, sugiriendo que, dado que las BCI son capaces de extraer información directamente del cerebro, un sujeto puede desconocer la cantidad de información que se obtiene de su cerebro.

Consideramos que, bajo este supuesto, la privacidad en cuanto a la información de la persona se ve comprometida. Esto se agudiza en cuanto al manejo de dicha información por parte de los implantadores y monitriores de la funcionalidad del dispositivo intracraneal. Lo cual genera bastantes lagunas jurídicas en cuanto a cómo se puede garantizar el respeto de dicha información y la incógnita en relacionada con hasta donde somos dueños de nuestros propios datos cerebrales.

Aunado a ello, la privacidad personal puede ser objeto de diferentes afectaciones, por lo que su protección se torna importante. “Una segunda preocupación relacionada con la privacidad es el pirateo informático, es decir, que una fuente externa obtenga el control de un dispositivo BCI. Varios autores señalaron que el uso de estándares de comunicación inalámbrica expone a los usuarios de BCI al riesgo de interferencia de terceros”.

Estas conductas pueden dar paso a ciberataques o extorsiones con relación a la persona intervenida -quien ya de por sí busca sobrellevar su padecimiento con este tipo de neurotecnologías- y su experiencia se puede volver desagradable al ser objeto de vulneración en su privacidad cerebral. Sostenemos que el tráfico de datos cerebrales por medio de la red de internet es un campo fértil -y potencialmente expuesto- para quien decide perpetrar acciones ilegales en contra de las personas inducidas neurológicamente.

Con ello, se habla de nuevos ilícitos en contra de la operatividad de las interfaces cerebro-computacionales. “Centrándose en las interfaces cerebro-computadora (BCIs), identifican cuatro tipos de brainhacking malicioso basados en los diferentes niveles del ciclo de la BCI donde el ataque puede ocurrir. Tres de estos tipos (esto es, cuando el ataque se produce al nivel de la medición, de la decodificación o de la retroalimentación) pueden implicar la manipulación directa de la computación neuronal de una persona”.

La operatividad de las brain-computer interfaces pueden generar nuevas conductas ilícitas que deben ser atendidas por la norma jurídica. La afectación a la privacidad cerebral es una posibilidad tangible que debe ser protegida por la normatividad legal ya que representa uno de los espacios de apropiación esencial de las personas. Es decir, sin la auténtica conservación de nuestros propios datos cerebrales y/o mentales pasamos a ser objetos de exploración y manipulación por quienes cometes estos ilícitos de hackeo cerebral.

Dichas prácticas ilegales -hackeo cerebral- pueden producir una alta afectación en los seres humanos sometidos a este tipo de tecnologías computacionales. “Los usos de las neurotecnologías pueden llegar a condicionar la personalidad y la pérdida de autonomía de las personas, y por ello, las preocupaciones más urgentes tienen que ver con las conductas maliciosas de quienes acceden a los datos de la actividad cerebral de las personas con fines de penetrar en su mente, condicionarla o aprovecharse de tal conocimiento”.

En este sentido, dichas acciones ilegales provenientes del robo de datos cerebrales, manipulación de fuentes de alimentación cerebral o el desarrollo ineficiente de las actividades programadas para ejecución por parte del agente intervenido representan una gran preocupación no solo para quienes utilizarían las tecnologías implantacionales cerebrales, sino también para los Estados quienes deben garantizar la protección de derechos que aún no han sido reconocidos de manera específica en los ordenamientos jurídicos.

De esta manera, se habla de que “las nuevas neurotecnologías abren la puerta a peligros de manipulación e intervención directa sobre nuestro cerebro y nuestro sistema nervioso, amenazando nuestra integridad mental”. Por lo cual insistimos en que es especialmente preocupante dado que se encuentra en juego nuestra estabilidad psicológica, emocional e intelectual. De esta forma, se advierte el enorme reto a superar por parte de los gobiernos que opten por permitir el uso de dichas tecnologías innovadoras.

Es por esto que se considera que “las intrusiones en los cerebros de las personas no solo pueden resultar en una violación de su privacidad mental, sino que también pueden tener un impacto directo en su computación neuronal y resultar en un daño directo hacia ellos”. Por consiguiente, las permisiones en cuanto a su implementación abierta deben superar estos obstáculos, garantizando y protegiendo la esencialidad del cerebro, los datos e información que proviene de la implantación de chips neurocraneales.

De lo anteriormente mencionado se puede reconocer la existencia de cuestiones esenciales como la integridad cerebral, la dignidad de la persona intervenida o la autonomía personal.

En donde este tipo de riesgos asociados con la modulación o manipulación cerebral afecta directamente lo más importante de un ser humano: su sistema neuronal central. Con ello, la limitación a su vida es total si no se logra garantizar el blindaje cerebral y su debida privacidad.

Asimismo, el uso de tecnologías computacionales a nivel cerebral -al ser estas más eficientes en sus funciones al implementarse intracranealmente- representan grandes desafíos para la persona intervenida. Con ello, “se resalta la existencia de un riesgo mucho mayor de comprometer sistemas nerviosos o generar heridas en comparación con los métodos no invasivos”.

Desde esta perspectiva, las interfaces computacionales abren la puerta a desafíos médicos que deben ser asimilados por la norma jurídica. También advertimos la necesidad de eliminar los mitos y las expectativas futuristas desmesuradas que prometen ser una tecnología segura y de pocos efectos nocivos en las personas. Consideramos que las ciencias médicas deben seguir desarrollando pruebas contundentes en cuanto a su óptima operatividad y la comprobación de la reducción del riesgo que pudiera producirse.

Por estas razones “las intrusiones tecnológicas en el cerebro humano no solo pueden implicar una violación de la privacidad mental, sino que también pueden resultar en un daño directo al cerebro y, de ese modo, a la dimensión psicológica de las personas”. Por ende, se debe tomar con especial cuidado la implementación de estas mejoras cerebrales ya que representan un gran riesgo desde el punto de vista médico, pero al mismo tiempo para las personas que si no tienen un verdadero especialista capacitado, los daños producidos serían irreversibles, condicionando no solo su función motriz sino también su propia personalidad.

Por consiguiente, autores como Roberto Zárate-Sánchez, expresan que: Los ICCs obtienen intenciones motoras, patrones de actividad neuronal, la manera en la que se reacciona a estímulos externos, emociones y otros aspectos atinentes al funcionamiento del cerebro. Además, de acuerdo a Wolkenstein, Jox y Friedrich, los ICCs se alimentan por procesos de IA, machine learning y algoritmos, los cuales, (...) se insertan en dinámicas de consumo, reproducen estereotipos y pueden llevar a la cosificación de las personas.

Con todo esto, el camino hacia la regulación es complicado y de exhausto trabajo para legisladores y médicos implantacionales quienes en un esfuerzo conjunto deben desarrollar diálogos consensuados para darle un especial tratamiento a este tema revolucionario en la ciencia médica y para las capacidades de mejora humana. Dada la multiplicidad de posibles afectaciones -como las referidas en líneas anteriores- se debe lograr superar y garantizar por medio de reglas claras y precisas sobre todos y cada uno de los posibles escenarios de afectación.

Por otro lado, las preocupaciones en relación con el consentimiento de las personas para poder decidir de manera libre, autónoma e informada representan una de las grandes tareas a superar.

(...) se ha debatido sobre qué pacientes son adecuados para dar su consentimiento, aunque puedan comunicarlo. El motivo de este debate se basa en la contemplación de que la voluntad del consentimiento puede verse mermada en diferentes situaciones, como en casos límite en que los pacientes actúen por desesperación o como último recurso. (...) se cree que dicha voluntad puede verse alterada por expectativas poco realistas, alimentadas por los medios de comunicación, que suelen dar una cobertura excesivamente positiva y futurista a las noticias relacionadas con la neurotecnología.

De esta forma, sostenemos que se debe hacer conciencia en los riesgos y fomentar una visión sobria de la implementación de interfaces en el cerebro de las personas. Garantizando el derecho a decidir, pero mediante valoraciones médicas adecuadas, con la finalidad de que el paciente pueda elegir sin sesgos o en condiciones poco claras. Asumimos que es crucial trabajar en este sentido dada la magnitud de la intervención médica, así como las grandes expectativas que se esperan de dicha implantación, evaluando la situación particular del paciente que desea realizar el proceso intracraneal.

V. Implicaciones biojurídicas de la implantación de interfaces computacionales en seres humanos

Ante los planteamientos anteriormente mencionados, es un hecho que las tecnologías de la mente crean nuevos espacios de desarrollo para el ser humano. Por ende, “el Derecho, y en

especial los derechos fundamentales, deben desarrollar una respuesta jurídica capaz de ajustarse a las nuevas tecnologías y posibles avances afiliados al transhumanismo. Realidades tecnológicas como las BCI suponen un reto para los ordenamientos jurídicos de todo el mundo, sobre todo aquellos carentes de instituciones sólidas y políticas públicas para hacer valer la norma y prevenir la materialización de un daño".

Las estrategias jurídicas se deben centrar esencialmente en reconocer derechos humanos especiales producto de la implementación de interfaces cerebro-computacionales. Esto mediante de la creación de derechos ad hoc a las nuevas realidades cerebro-tecnológicas –los llamados neuroderechos– o bien, una expansión de los derechos y valores ya existentes con la finalidad de asignar nuevas categorizaciones –y por lo tanto, contenidos– acorde a los planteamientos modernos.

Actualmente, los seres humanos están pasando por un proceso de adaptación a las nuevas realidades y avances tecnológicos en donde los deterioros psicomotrices o enfermedades incapacitantes de alguna función física están siendo –por primera vez en la historia– tratables en relación con “personas que padecen alguna patología psiquiátrica o neurológica. (...) ¿qué tienen que decir la ética y el derecho sobre estas intervenciones?”. En este contexto, el derecho debe tener la capacidad de identificar los valores y derechos asociados a esta dinámica tecnológica para establecer regulaciones convenientes y garantizar su respeto y protección.

Por citar un ejemplo de lo mencionado con anterioridad “la seguridad y la protección de la privacidad se considera extremadamente importante a la hora de implementar BCI en personas”. En cuanto a la seguridad se puede identificar que las personas que se someterán a este tipo de implantaciones correrían riesgos significativos en cuanto a su vida, integridad o salud, incluso en relación con los efectos producidos -ya sea secuelas o malestares postoperatorios- por lo que debe ser tomado con especial cautela toda aquella intervención cerebral.

En cuanto al tema de la privacidad, son múltiples los cuestionamientos producto de la nueva implementación de chips cerebro- computadora, dado que la interconexión de la mente con un dispositivo tecnológico puede almacenar, procesar, vincular y socializar información sensible de las personas. Dentro de esta dinámica se puede perder el control de

aquellos datos que pertenecen al paciente intervenido y ser comercializados o utilizados para fines ajenos a la de su propia mejora.

Por consiguiente, “debemos pensar mucho en la regulación, tenencia y protección de estos datos neuronales obtenidos directamente de nuestro sistema nervioso y que son muy diferentes en naturaleza a los llamados ‘datos personales’ para los cuales tenemos legislación; estos datos neuronales deben ser protegidos de manera diferente y especial debido a su naturaleza y procedencia con legislación propia o específica”.

Con ello, las nuevas categorizaciones de derechos plantean la redimensión regulativa al contener características propias y diferentes a las potestades ya conocidas. En el caso de los datos neuronales se encuentra asociada la esencia misma del pensamiento, los recuerdos que forjan a una persona desde su dimensión más íntima, siendo equiparable con un núcleo esencial de contenido de derechos, el cual necesita especial tratamiento desde la norma jurídica. Es por esto que autores como Carlos García Macián, sostienen que:

(...) la información cerebral presenta características únicas que justifican un tratamiento diferenciado: es altamente sensible, se genera en gran parte de manera inconsciente y puede revelar aspectos íntimos de la personalidad y del pensamiento que escapan al control voluntario del individuo. En este sentido, consideran que el reconocimiento expreso de derechos específicos no sólo tendría valor simbólico, sino que facilitaría la articulación de normas y protocolos operativos dirigidos a salvaguardar la esfera mental de manera proactiva.

Lo que se propone es un área específica de regulación que proteja las actividades cerebrales que tienen interacción con la interfaz cerebral. La producción de fórmulas jurídicas debe hacer hincapié en la protección de la esfera de datos sensibles, dado que la información cerebral se encuentra fuera del área de prevención o disposición del individuo. Es decir, el agente intervenido no domina a cabalidad la información que proviene de su corteza cerebral o de los tejidos neuronales que producen los pensamientos, las ideas, los recuerdos o cualquier función producto de la actividad mental.

En este tenor, cobran relevancias interrogantes cómo “¿con qué propósitos y bajo qué condiciones se puede recoger y utilizar informaciones del cerebro? ¿Qué componentes de la información cerebral pueden ser legítimamente revelados y puestos a disposición de

terceros? ¿Quién tendrá derecho a acceder a esos datos (empleadores, compañías de seguros, el Estado)? ¿Cuáles deberían ser los límites de consentimiento en esta área?”.

Es en este punto en donde la ciencia jurídica debe analizar los factores indirectos que influyen en la operatividad de las interfaces cerebro-computacionales, en cuanto a la primera interrogante se debe atender a si existiría un fin legítimo que justifique el acceso a datos cerebrales y bajo qué condiciones esto sería permisible. En cuanto a las subsecuentes preguntas la reflexión iría en el sentido de establecer una categorización de cuales datos son intervenibles, así como las autoridades facultadas para recibirlos y utilizarlos en un contexto procedimental que proteja al individuo de intromisiones injustificadas.

Para autores como Eduardo Gutierrez-Bigott y Aaron Huerta-Fernández, esta situación adquiere especial relevancia, dado que:

(...) al representar el problema de las BCI un conglomerado de situaciones completamente nuevas para la sociedad, con características y elementos diferenciadores propios de urgente revisión y tratamiento jurídico, se presenta la necesidad de reconocer un nuevo grupo de prerrogativas fundamentales denominadas «neuroderechos», cuyo fin consiste en la protección y respeto de la mente y su contenido. (...) ¿Qué ocurrirá cuando los humanos estén expuestos a terceros accediendo a las emociones y pensamientos en sus cabezas? Esa es la clave para entender a este conjunto de prerrogativas y su relevancia.

Al realizarse la implementación de interfaces cerebro-computacionales es lógico que la manipulación de la mente saldría de la esfera de influencia del individuo intervenido. A través de las nuevas tecnologías es probable que terceras personas manejen los procesos, la información y la redirección de los datos cerebrales. Por ende, afirmamos que desde esta perspectiva es donde el derecho debe establecer garantías de protección que limiten a terceros de realizar conductas que atenten contra la integridad de la persona intervenida.

De igual forma, se debe tener conciencia en cuanto a que la manipulación de los datos cerebrales es un escenario propicio y de amplio interés en la actualidad, dadas las grandes dimensiones de influencia que se pueden ejercer sobre el individuo intervenido. “A medida que la neurotecnología se convierte en parte del ecosistema digital y la computación neuronal entra en la infoesfera, la integridad mental de los individuos se verá cada vez más amenazada si no se aplican medidas de protección específicas”.

Esto abre posibilidades –y por lo tanto, vulnerabilidades– de que existan formas de intervención de la mente de manera desmedida, discrecional e incluso arbitrarias, con amplios márgenes de acción para los agentes perpetrantes –ya sea desde una versión permisiva o por el contrario, ilegal– quienes no tienen la obligación jurídica de respetar los derechos cerebrales. “En palabras de Nita Farahany, no hay protecciones legales respecto de la lectura involuntaria de la mente”.

Dentro de este contexto, se abre un amplio debate ético y jurídico sobre un marco de regulación normativa consistente en poder limitar o incluso determinar en qué casos sería permisible –de serlo– la apropiación por parte de terceros de la información cerebral. Lo cual conlleva a establecer reglas claras y precisas de quienes, bajo que causas y bajo cuáles condiciones se volvería legal la intervención de la mente. De igual forma, es indispensable el reconocimiento de derechos existentes o aquellos que sean producto de las nuevas dinámicas neurotecnológicas.

Por otro lado, se advierte la necesidad de establecer parámetros claros y precisos sobre varios “temas que están sobre la mesa como son la privacidad mental, la adecuada investigación en seres humanos, la libertad de pensamiento, el derecho al mejoramiento cognitivo entre otros, proponen interrogantes muy complejos que deben ser considerados a la hora de hablar de los aspectos éticos y también legales, la protección de lo que nos hace ser persona en sí mismo como lo es nuestro cerebro y nuestro sistema nervioso es lo que está sobre la mesa”.

De esta forma, las dinámicas tecnológicas del cerebro y la esfera jurídica encuentran un punto de interconexión a partir de los escenarios factibles que pueden darse en el plano material. Una serie de nuevas dinámicas se encuentran en posibilidad de ser llevadas a cabo en el contexto práctico, por lo que una regulación a priori podría avanzar con la finalidad de evitar la afectación de bienes jurídicos hasta antes no reconocidos y que sean prioritarios en contextos reales.

Sin embargo, esta no es una tarea fácil para el legislador, dado que la implantación craneal computacional resuelve en un sentido poco explorado en cuanto a las significaciones propias. Persiste la “falta de consenso conceptual respecto a nociones como ‘privacidad mental’, ‘integridad mental’ y ‘libertad cognitiva’”. La escasez de marcos interdisciplinarios

que integren perspectivas jurídicas, filosóficas y tecnocientíficas agrava la dificultad de avanzar en una regulación robusta. Sumado a esto, la velocidad y la disrupción del avance tecnológico superan la capacidad de respuesta normativa, generando así un vacío regulatorio que justifican la adopción de mecanismos de gobernanza transparente basados en el principio de precaución”.

Es por lo que el reconocimiento de categorizaciones jurídicas debe analizarse desde una óptica heterointegracional, es decir, desde la visión de distintas disciplinas que aporten elementos de comprensión de las nuevas definiciones legales, esto para dar paso a la asimilación y exploración del contenido que integra la figura jurídica a implementar normativamente. Esta tarea debe ser realizada de manera paralela al cambio neurocientífico, con la firme intención de poder describir de manera precisa sus componentes tecnológicos, éticos y jurídicos para dar cuenta de sus efectos en la vida humana.

Por ejemplo, se habla que “el potencial uso generalizado de las interfaces cerebro-computadora (BCI) plantea interrogantes interesantes sobre la responsabilidad moral y legal, incluyendo si tenemos menos control sobre nuestros pensamientos que sobre nuestros cuerpos, o si la decisión de adquirir un dispositivo BCI hace al usuario responsable de toda la información que este genera”.

En este punto sería interesante precisar hasta qué límites se expresaría la responsabilidad de quienes realizan conductas mediante la manipulación de interfaces que se encuentran asociadas a un operador final que distribuye las cargas de acción. ¿Se responsabilizaría al emisor o al procesador de la acción? ¿Qué se puede entender por controlar nuestros pensamientos?, ¿Cuáles pensamientos se encuentran reservados a la esfera de protección de los derechos neuronales? o ¿Hasta qué punto se pudiera considerar que la persona que realizó un acto relevante desde el punto de vista jurídico, emitió de manera libre su consentimiento?

Por otro lado, se contempla la cuestión relativa a que si la “justicia social asociada con la mejora neurotecnológica y el transhumanismo está relacionada con la distribución equitativa de estos dispositivos entre todos los sectores de la población. (...) si no se toman medidas, lo más probable será que los ya privilegiados sean los que disfruten de los beneficios de las mejoras tecnológicas, resultando en un fracaso de la justicia distributiva”.

Así, se deben garantizar formas de acceso –de permitirse la implementación de interfaces cerebrales– de manera equitativa con el objetivo de reducir una posible brecha de desigualdad en el derecho a la salud producto de los beneficios de dichas implantaciones. Las políticas públicas deben orientar la distribución y hacerla extensiva a los sectores más vulnerables de la sociedad y no solo facilitar dichas tecnologías en favor de quienes cuentan con recursos económicos para ello o de las empresas que comercializarían dicha actividad.

Aunado a lo mencionado con anterioridad se encuentra el hecho de que la brain-computer interfaces conllevan “una serie de implicaciones éticas y biopolíticas: construcción de cuerpos moldeados por las exigencias productivas; uso de datos que puedan llevar a la discriminación; la intervención emocional y, por tanto, la instrumentalización de ciertos cuerpos que son tratados como meros medios; acceso desigual a los diferentes ICCs relacionados a la mejora cognitiva y al rendimiento”.

En conclusión, la implantación cerebro-ordenador trae consigo una serie de interrogantes no solo éticas, económicas o sociales, sino políticas y jurídicas, dado que estas últimas deben fijar las bases claras, justas y convenientes para un aprovechamiento óptimo en favor de los seres humanos. Sin embargo, el camino es muy extenso en cuanto a precisar cuáles derechos existen o cuales pueden crearse de manera específica, o el tipo de regulaciones correspondientes para hacer efectiva la normativización del desarrollo implantacional, así como las políticas públicas que reflejen un ejercicio equitativo de acceso a las mismas. No sin antes considerar que los planteamientos éticos juegan un papel fundamental para las prácticas jurídico-políticas.

VI. ¿Hacia el reconocimiento de nuevos derechos de la mente?

En este contexto, parte de las discusiones versan sobre “si estas cuestiones pueden abordarse adecuadamente mediante el marco actual de derechos humanos o si es necesario contemplar nuevos derechos humanos relativos a la libertad cognitiva, la privacidad mental, la integridad mental y la continuidad psicológica para regular las neurotecnologías, o si, incluso, existen otras formas flexibles de buena gobernanza que podrían ser más adecuadas para regular las neurotecnologías”.

Lo cierto es que el desarrollo neurocientífico está generando nuevas formas de comprensión e interacción socio-tecnológica. Es decir, a partir de la implementación de interfaces en nuestros cerebros se generan nuevas conductas que son relevantes para el derecho, mismas que requieren de un análisis exhaustivo –y en su caso, regulación– para evitar afectaciones a posibles categorizaciones jurídicas que puedan condicionar la protección de la dimensión cerebral de las personas.

En relación con la integridad mental, autores como Eduardo Gutiérrez Bigott y Aaron Huerta Fernández han destacado que:

las intrusiones en el cerebro de las personas no sólo suponen una violación de privacidad, sino también provocan un daño directo en el sistema neuronal (...) la posibilidad de piratear dispositivos BCI para controlar la actividad neuronal de su usuario y acceder a todo su contenido generan un peligro para la integridad física y mental del usuario, al permitir la alteración de los procesos neuronales por medio de una intrusión forzada. (...) este derecho está reconocido en diversos instrumentos internacionales de derechos fundamentales, como el artículo 17 de la Convención de la Organización de las Naciones Unidas sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad, y el artículo 5.1 de la Convención Americana sobre Derechos Humanos.

Bajo estas precisiones cabe añadir que la integridad mental representa una máxima dentro de los denominados neuroderechos en virtud de que toda persona debe gozar de una salud cerebral inherente, cualquier acción u omisión llevada a cabo mediante un dispositivo implantacional que atente en contra de este derecho debe ser considerada como relevante de punibilidad en el ámbito jurídico. Acciones que van desde la manipulación mental, la extorsión mental a través de los patrones de reconocimiento identificados mediante la operatividad de la neurotecnología o en sí las afectaciones producto de la deficiente implementación de una interface intracraneal.

Otro aspecto relevante para la ciencia jurídica es el relativo a “el derecho a la libertad cognitiva, caracterizado por controlar el contenido de nuestras propias vidas mentales; un derecho a autodeterminar lo que está en mente y de controlar la conciencia y los procesos electroquímicos del pensamiento, lo cual es el fundamento necesario para casi todas las demás libertades. Para Sententia, la libertad cognitiva es una actualización conceptual de la

libertad de pensamiento, tomando en cuenta la capacidad tecnológica presente y futura, para controlar y manipular la función cognitiva”.

En este sentido, la libertad cognitiva es la que permite al individuo ser quien es. En otras palabras, la posibilidad de representarnos como seres con identidad propia, libres en nuestra decisión y en nuestros pensamientos, incluso aquellos que son más íntimos y relevantes para nuestros propios fines. Por lo que su exposición a vulneraciones producto de la brain-computer interface representa una afectación de un núcleo esencial de nuestros derechos dada la pérdida de autoproclamación del yo y el sentido de identidad personal.

De esta forma, se debe comprender que “la libertad cognitiva es multidimensional (...) tres “dimensiones interrelacionadas, pero no idénticas: i) la libertad de modificar la propia mente o de elegir si y por qué medio modificar la propia mente; ii) la protección de las intervenciones sobre otras mentes para proteger la integridad mental, y iii) la obligación ética y jurídica de promover la libertad cognitiva”.

Dentro de esta multidimensionalidad se advierte que el agente intervenido debe conservar las capacidades mentales a libre elección y decidir en un momento dado sobre su modificación por parte de terceros. En el segundo supuesto, el derecho debe establecer garantías de protección ante las acciones que vulneren el libre derecho de pertenencia mental; por último, establecer que la concientización en cuanto a que la libertad cognitiva es un derecho irrenunciable responsabilidad de quien la posee –en este caso la persona en sí.

A su vez, el derecho a la libertad cognitiva se puede concebir como libertad negativa y libertad positiva. En cuanto a la primera, consistiría en “tomar decisiones sobre el propio dominio cognitivo en ausencia de obstáculos, barreras o prohibiciones gubernamentales o no gubernamentales; la libertad negativa de ejercer el propio derecho a la integridad mental en ausencia de restricciones o violaciones de las corporaciones, los agentes criminales o el gobierno; y finalmente, la libertad positiva de tener la posibilidad de actuar de tal manera que podamos tomar el control nuestra vida mental”.

Con relación a la libertad cognitiva negativa representaría la ausencia de prohibiciones, limitaciones o restricciones injustificadas de la propia determinación de nuestra mente, es decir, si existe la posibilidad de hacer uso de las interfaces cerebro computacionales y estas representan un beneficio para las capacidades humanas se deberían

de considerar como oportunas. Por el otro lado, la libertad cognitiva positiva conllevaría el hecho de ejercer acciones legales en contra de particulares o autoridades públicas cuando se adviertan conductas que atenten contra su esfera de realización.

Otro posible derecho a incentivarse dentro del sistema normativo es el relativo a la privacidad mental, en este sentido “la privacidad mental como derecho específico frente a la neurotecnología busca proteger los pensamientos, juicios, deseos e intenciones no exteriorizadas aún, aquellos que permanecen en la psique de la persona y en muchos casos es información personalísima, lo cual convierte a este derecho en un candidato potencial a un rango superior”.

Con ello, se reconoce que la privacidad mental desempeñaría un papel importante para establecer los límites a quienes pueden intervenir la mente, esto a través de responsabilizar a quienes hagan uso de datos cerebrales sensibles para propósitos ajenos a los consentidos por la persona intervenida. Su debida protección a través de la norma jurídica podría fincar responsabilidades a este tipo de conductas intromisorias y desleales en contra de las personas intervenidas.

Es en este punto donde se vuelve imperante reconocer que la privacidad mental se encuentra interrelacionada con el consentimiento. De esta manera se puede apreciar que “el principal desafío es el consentimiento, ya que la neurotecnología recopila datos de manera constante y pasiva, dificultando que este sea verdaderamente libre e informado. Esta insuficiencia exige la protección de la privacidad mental como un espacio inviolable, ya que la privacidad meramente informativa se queda obsoleta”.

En este caso, la interrogante a resolver consistiría en ¿Hasta dónde el consentimiento es libre, informado e independiente? ¿Cuáles serían las responsabilidades para quienes actúan sin el consentimiento de las personas implantacionales? En este sentido, se debe prestar especial atención al hecho de que “la inferencia algorítmica de la IA podía revelar información implícita —como preferencias políticas o patrones de comportamiento— que el individuo nunca tuvo la intención de compartir”.

Por ende, argumentamos que los esfuerzos normativos se deben centrar en conocer como interfieren las tecnologías cerebrales mediante implantes invasivos en las conductas personales, la interacción de la dinámica brain-computer interface con el entorno

interpersonal -en el presente caso, con la posibilidad de manipular y/o determinar patrones de comportamiento mediante la inteligencia artificial y el uso que los agentes perpetrantes darían a dicha información, así como las pautas jurídicas para detener el abuso y afectación de la esencialidad personal como lo son los datos más íntimos de nuestra mente.

De esto surge otra incógnita a resolver por parte de la ciencia jurídica, la cual hace referencia a la continuidad psicológica. En este contexto, “el derecho a la continuidad psicológica busca preservar la identidad personal y la coherencia del comportamiento individual frente a modificaciones no consentidas por parte de terceros. Busca proteger la continuidad de los pensamientos, preferencias y elecciones habituales de una persona, mediante la protección del funcionamiento neuronal subyacente”.

De este modo, la protección normativa debe comprender con puntualidad las nuevas dimensiones neurocientíficas, con la finalidad de advertir nuevos esquemas de interacción con el ser humano y con sus más preciados valores y derechos. El horizonte al que refieren las interfaces cerebro-computacionales comprometen y revolucionan las concepciones tradicionales de lo que comprendemos como derechos, valores y bienes tutelados por el Estado y dentro de todo ello se encuentra la reconsideración de nuestras posibilidades mentales, es decir: la posibilidad de crear una mente híbrida.

VII. Conclusiones

Las brain-computer interfaces son una especie de las denominadas neurotecnologías que permiten al ser humano desarrollar actividades mentales innovadoras a través de la implantación de un link intracerebral que posibilita la recuperación de capacidades corpóreas y mentales en personas que han desarrollado un padecimiento físico o una aflicción neurológica para poder realizar funciones esenciales como comunicarse o ejecutar acciones de mando mediante la manipulación cerebral de ordenadores computacionales o equipos robóticos.

Esta posibilidad de interacción entre la mente y los dispositivos computacionales puede traer grandes beneficios para los seres humanos al permitir la mejora en sus vidas, recuperar funciones esenciales y llevar a cabo actividades que anteriormente no eran posibles de realizar. Sin embargo, esto también puede representar una serie de afectaciones a ciertos

derechos que, aunque no han sido reconocidos con claridad por la ciencia jurídica, juegan un papel relevante al momento de desarrollar conductas provenientes de la interacción entre quienes intervienen en los procesos de implantación, seguimiento, procesamiento y redirección de las acciones ejecutadas por la persona intervenida.

Dentro de estas afectaciones se pueden poner en riesgo derechos como la integridad de la mente, la privacidad mental, el consentimiento libre e informado, la libertad cognitiva, entre otros, los cuales están exigiendo formulaciones normativas exhaustivas y eficientes para poder responsabilizar a toda aquella persona, compañía o inteligencia artificial que manipule la información obtenida o ejecute funciones más allá del conocimiento y consentimiento de las personas en quienes se ha implantado la interface. Lo cual representa un gran reto para la ciencia jurídica al ventilarse planteamientos éticos, tecnológicos, económicos, políticos y jurídicos de especial relevancia.

VIII. Relación Bibliográfica

- ALONSO-VALERDI, L. M., et al. «Interfaces cerebro-computadora: conceptualización, retos de diseño e impacto social». Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica, México, vol. 40, núm. 3, septiembre-diciembre de 2019. DOI: 10.17488/RMIB.40.3.8.
- BURWELL, Sasha, et al. «Ethical aspects of brain computer interfaces: a scoping review». BMC Medical Ethics, Estados Unidos, vol. 18, núm. 1, noviembre de 2017. DOI: 10.1186/s12910-017-0220-y.
- DAS, Shreyasse y SHIL, Rahul. «Neuralink: a brain-machine interface device». The International Journal of Indian Psychology, India, vol. 12, núm. 2, abril-junio de 2024. Disponible en: <https://ijip.in/pdf-viewer/?id=43842>
- ESCOBAR VIDARTE, Oscar Andrés, et al. «Precisión en implantación de electrodos para estimulación cerebral profunda para manejo de trastornos del movimiento». Revista EIA, Envigado, año XIX, vol. 19, núm. 37, enero-junio de 2022. DOI: 10.24050/reia.v19i37.1480.
- GARCÍA MACIÁN, Carlos. «Neurotecnologías y neuroderechos. Fundamentos conceptuales y perspectivas de regulación». Revista Jurídica de la Facultad de

- Derecho y Ciencias Sociales UNT, Tucumán, núm. 1, noviembre de 2025. DOI: 10.70198/revistajuridica.vol1.N1.2025.588.
- GOLDMAN, Lee y SCHAFER, Andrew I. Tratado de medicina interna. España: Elsevier, 2021.
- GONZÁLEZ SANTOS, Jonathan. «Neuralink: implicaciones éticas de las tecnologías basadas en interfaces cerebro-máquina». Argumentos de Razón Técnica, Sevilla, núm. 25, diciembre de 2022. DOI: 10.12795/Argumentos/2022.i25.02.
- GUTIÉRREZ-BIGOTT, Eduardo A. y HUERTA-FERNÁNDEZ, Aarón V. «Neuroderechos y riesgos jurídicos en la implementación de interfaces cerebro-computadora en seres humanos». Cuestiones Jurídicas, Venezuela, vol. 19, núm. 1, enero-junio de 2025. DOI: 10.5281/zenodo.17880733.
- HALL, John E. y GUYTON, Arthur C. Tratado de fisiología médica. España: Elsevier, 2016.
- IENCA, Marcello y ADORNO, Roberto. «Hacia nuevos derechos humanos en la era de la neurociencia y la neurotecnología». Análisis Filosófico, Argentina, vol. 41, núm. 1, mayo de 2021. DOI: 10.36446/af.2021.386.
- JAIMES GALLARDO, Judith Yamile. «Desafíos y respuestas jurídicas ante la invasión de la mente: neurociencia, neurodatos y la crisis de los derechos digitales». Revista Investigación & Praxis en Ciencias Sociales, Colombia, vol. 4, núm. 2, diciembre de 2025. DOI: 10.24054/ripcs.v4i2.4238.
- BRUNTON, Laurence L., et al. Las bases farmacológicas de la terapéutica. México: McGraw-Hill, 2019.
- LIVANIS, Efstratios, et al. «Understanding the ethical issues of brain-computer interfaces (BCIs): a blessing or the beginning of a dystopian future?». Cureus, Estados Unidos, vol. 16, abril de 2024. DOI: 10.7759/cureus.58243.
- MORENTE PARRA, Vanesa. «Manipulando genes y cerebros: la bioética y el derecho ante la mejora humana». Derecho PUCP. Revista de la Facultad de Derecho, Perú, núm. 91, noviembre de 2023. DOI: 10.18800/derechopucp.202302.002.
- ROSERO-VILLAREAL, Francisco. «Uso de interfaces cerebro-computador implantables (ICCI) como dispositivo médico». Revista Horizontes del Conocimiento, México,

núm. 18, diciembre de 2024. Disponible en:
<https://www.aesculapseguridaddelpaciente.org.mx/docs/revista/2024/Diciembre.pdf>
ZÁRATE-SÁNCHEZ, Roberto. «Interfaces cerebro-computadora: una reflexión sobre sus posibles implicaciones éticas y biopolíticas en las sociedades tecnocientíficas». Trama. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades, Costa Rica, vol. 13, núm. 2, julio-diciembre de 2024. DOI: 10.18845/tramarcsh.v13i2.8021.