

NEURODERECHO, TIC Y GOBERNANZA DEL NEURODATO: LA ERA DEL SUPERHUMANO

RESUMEN:

Este artículo examina la irrupción del “sujeto aumentado” o superhumano a partir de la neuroestimulación, los implantes neuronales y la inteligencia artificial aplicada a interfaces cerebro–máquina, y analiza sus implicaciones jurídicas desde la perspectiva de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Partiendo del marco conceptual de los neuroderechos (privacidad mental, identidad, agencia, acceso equitativo y protección frente a sesgos), se revisa su progresiva traducción normativa en distintas jurisdicciones y su proyección en Europa, con especial atención a un Anteproyecto de Ley de Salud Digital de España. El trabajo sostiene que la efectividad de los neuroderechos se decide en la cadena TIC del neurodato (captación, inferencia, transmisión, nube y reutilización), lo que exige seguridad por diseño, trazabilidad y límites a la explotación de inferencias.

Palabras clave: Neuroderechos; TIC; neurodatos; interfaces cerebro–máquina; mejora cognitiva; superhumano; privacidad mental; trazabilidad; ciberseguridad.

ABSTRACT:

This article examines the emergence of the “augmented subject” or superhuman through neurostimulation, neural implants, and artificial intelligence applied to brain-computer interfaces, and analyzes its legal implications from the perspective of information and communication technologies (ICT). Starting from the conceptual framework of neuro rights (mental privacy, identity, agency, equitable access, and protection against biases), it reviews their progressive normative translation in different jurisdictions and their projection in Europe, with special attention to a Draft Bill on Digital Health in Spain. The work argues that the effectiveness of neuro rights is decided in the ICT chain of neurodata (capture, inference, transmission, cloud, and reuse), which requires security by design, traceability, and limits on the exploitation of inferences.

Keywords: Neurorights; ICT; neurodata; brain-computer interfaces; cognitive enhancement; superhuman; mental privacy; traceability; cybersecurity.

ÍNDICE

1. Introducción
2. Neuroderechos en el marco jurídico actual
3. Mejora cognitiva: escenarios jurídicos emergentes
4. Inserción entre neuroderechos y las TIC.
5. Trazabilidad y bioética en superhumanos
6. Conclusiones

1. INTRODUCCIÓN

Desde las primeras experiencias pioneras en implantación cerebral de dispositivos electrónicos, con escaso éxito y alto riesgo neurológico en las décadas finales del siglo XX, hasta nuestros días, la evolución de la tecnología aplicada al cuerpo humano con el objetivo de obtener una mejora cognitiva y física ha experimentado un avance exponencial. Lo que antes era materia reservada a la novela de ficción, hoy constituye una realidad incipiente: la mejora artificial de las capacidades humanas mediante técnicas de neuroestimulación, interfaces neuronales, inteligencia artificial conectiva y dispositivos de soporte físico como exoesqueletos, empieza a configurar un nuevo paradigma jurídico y bioético.¹

La estimulación cerebral profunda (DBS por sus siglas en inglés), gracias a la implantación intracraneal de electrodos, permite acceder de forma focalizada a determinadas regiones cerebrales, alterando su actividad eléctrica para potenciar funciones cognitivas como la atención sostenida, la memoria operativa o la capacidad de aprendizaje. En una evolución más sofisticada, los implantes neuronales establecen interfaces directos entre el sistema nervioso central y dispositivos TIC, posibilitando tanto la lectura de señales neuronales como su codificación externa mediante algoritmos. El resultado es un aumento exponencial en la capacidad de procesamiento, memoria,

¹ Según Rafael Yuste (2024), neurobiólogo español, profesor de ciencias biológicas en la Universidad de Columbia (EE UU): “En la actualidad, ya sabemos cómo provocar alucinaciones en los ratones manipulando el córtex cerebral. Lo que hoy es posible en el ratón, mañana lo será en el ser humano. [...] es urgente adoptar leyes que regulen la explotación de nuestra actividad mental”. Yuste dirige el proyecto BRAIN (Proyecto de mapeo de la actividad cerebral) anunciado por la administración Obama el 2 de abril de 2013 y ha liderado el diseño del programa científico del Centro Nacional de Neurotecnología (Spain Neurotech), creado recientemente como consorcio público entre el Gobierno de España, la Comunidad de Madrid y la Universidad Autónoma de Madrid (UAM), que se encuentra en fase inicial de constitución tras la firma del convenio en diciembre de 2024. Yuste, R. (2022, 31 de marzo). *Es preciso actuar antes de que sea demasiado tarde* [Entrevista por J. Dare]. El Correo de la UNESCO. <https://courier.unesco.org/es/articulos/rafael-yuste-es-preciso-actuar-antes-de-que-sea-demasiado-tarde>

respuesta y adaptación del sujeto, que genera una brecha operativa insalvable con otros humanos sin acceso estas tecnologías (Yuste et al, 2021, p. 162).² Aquí entramos en el concepto de transhumanismo, como movimiento intelectual, filosófico y cultural que defiende el uso de la ciencia y la tecnología para mejorar radicalmente las capacidades humanas, superando las limitaciones biológicas actuales como el envejecimiento o la enfermedad.

Este escenario obliga a replantear, con categorías jurídicas verificables, dónde termina la intervención terapéutica y dónde empieza la mejora selectiva, porque el cambio de finalidad altera el régimen de legitimación (riesgo aceptable, consentimiento, controles, responsabilidad y acceso). Desde la perspectiva del Derecho digital, la cuestión no es solo la “intimidación” en abstracto, sino la privacidad mental y la gobernanza del neurodato en toda la cadena TIC (captación, inferencia algorítmica, transmisión, almacenamiento, reutilización). Por primera vez, las diferencias entre seres humanos pasan de ser diferencias de clase, de cultura o de religión, a ser diferencias cognitivas que produzcan seres humanos de grandes capacidades (o superhumanos) y seres humanos “estándar”.³ Al mismo tiempo, el desplazamiento de estas tecnologías hacia el consumo popular, hace que el debate sea también de seguridad del producto y compliance: fuera de lo terapéutico, dispositivos neurotecnológicos (y su software) pueden producir daños o decisiones con impacto sustantivo, de modo que la protección de neuroderechos debe traducirse en obligaciones de seguridad por diseño, trazabilidad y control de riesgos y no quedarse en una proclamación programática.⁴

² Yuste y otros, señalan que: “La presión para adoptar neurotecnologías de mejora, como aquellas que permiten a las personas expandir radicalmente su resistencia o capacidades sensoriales o mentales, probablemente cambie las normas sociales, plantee problemas de acceso equitativo y genere nuevas formas de discriminación”. Yuste, R., Genser, J., & Herrmann, S. (2021). It's time for neuro-rights: New human rights for the age of neurotechnology. *Horizons: Journal of International Relations and Sustainable Development*, (18), 154–164. <https://perseus-strategies.com/wp-content/uploads/Neuro-Rights-Horizons-Winter-2021-1.pdf>

³ Según Brown (2024, p. 3): “Les preocupa [a los académicos] que un «derecho a la potenciación mental» incorporaría objetivos transhumanistas controvertidos y crearía condiciones sociales coercitivas que podrían presionar a los individuos a adoptar neurointervenciones en contra de su voluntad”. Brown, C. M. L. (2024). Neurorights, mental privacy, and mind reading. *Neuroethics*, 17(3), Article 34. <https://doi.org/10.1007/s12152-024-09568-z>

⁴ Aquí es determinante la GPSR (General Product Safety Regulation), el Reglamento (UE) 2023/988 sobre la Seguridad General de los Productos. Según Steindl (2024): “La GPSR incluye una lista actualizada de criterios para evaluar la seguridad de los productos, con un enfoque específico en las nuevas tecnologías”. Steindl, E. (2024). Consumer neuro devices within EU product safety law: Are we prepared for big tech ante portas? *Computer Law & Security Review*, 52, Article 105945. <https://doi.org/10.1016/j.clsr.2024.105945>

Entre los neuroimplantes más avanzados pueden destacarse dos líneas: *NI* de Neuralink, un implante intracortical orientado a restaurar funciones perdidas en personas con parálisis mediante control de dispositivos externos; tras el inicio de sus implantes humanos en 2024, la compañía afirmó en septiembre de 2025 que 12 personas habían recibido su chip en el marco de sus ensayos, con uso significativo por parte de los participantes.⁵ En un enfoque quirúrgicamente distinto, *Stentrode* de Synchron, emplea un implante endovascular (introducido por la vena yugular), evitando la craneotomía; su viabilidad clínica se apoya en evidencias publicadas y en ensayos regulados, incluidos estudios en ClinicalTrials.gov y series clínicas que evidencian éxito funcional en pacientes con parálisis.⁶

El dispositivo *Neuralink*, aspira en un futuro próximo a potenciar capacidades cognitivas en personas sanas. González Santos (2022, p. 60) comenta con respecto a *Neuralink* que durante el Progress Update de la compañía: “el equipo reveló algunas funciones que consideran que se podrán desarrollar en el futuro y que a día de hoy pueden parecernos de ciencia ficción, como descargar nuestros recuerdos o poseer una supervisión que nos permita ver radiación infrarroja o ultravioleta, entre otras”.⁷ En este contexto surge el concepto de “superhumano” o “sujeto aumentado” (augmented human), entendido como aquella persona que incorpora a su cuerpo o mente elementos tecnológicos que amplifican sus capacidades más allá de los límites biológicos normales. Según Tuset Varela (2025, p.64): “Las capacidades extraordinarias que caracterizan a los superhumanos podrían introducir desigualdades sustanciales en la práctica, lo que cuestiona algunos de los principios fundamentales del derecho, tales como la igualdad ante la ley y la indivisibilidad de la personalidad jurídica”.⁸ Estos sujetos no serán totalmente humanos ni totalmente máquinas, sino entidades híbridas cuya existencia plantea interrogantes fundamentales para el derecho.

⁵ Reuters. (2025, September 9). *Musk's Neuralink says 12 people have received its implants*. <https://www.reuters.com/business/healthcare-pharmaceuticals/musks-neuralink-says-12-people-have-received-its-implants-2025-09-09/>

⁶ Synchron, Inc. (2019). Switch: Stentrode first-in-human study of implantable BCI for neural control of a digital device in severe paralysis (ClinicalTrials.gov Identifier: NCT03834857). ClinicalTrials.gov. <https://clinicaltrials.gov/study/NCT03834857>

⁷ González Santos, J. (2022). Neuralink: Implicaciones éticas de las tecnologías basadas en interfaces cerebro-máquina. *Argumentos de Razón Técnica*, (25), 53–91. <https://doi.org/10.12795/Argumentos/2022.i25.02>

⁸ Tuset Varela, D. (2025). Neuroderechos y superhumanos: desafíos jurídicos en la era de las capacidades mejoradas. *Revista de la Universidad Nacional de Educación a Distancia. (RDUNED)*, (35), 55–100. <https://doi.org/10.5944/rduned.35.2025.45869>

2. NEURODERECHO EN EL MARCO JURÍDICO ACTUAL

Uno de los grandes impulsores de esta especialidad es el neurobiólogo Rafael Yuste (Columbia University), cofundador de la *NeuroRights Foundation* (2022), que ha liderado desde hace años un marco de “neuroderechos” para anticipar los impactos de la neurotecnología. En 2017, junto con otros autores, formuló en la revista *Nature* cuatro prioridades éticas para neurotecnologías e IA: privacidad, identidad, agencia y equidad, que funcionan como precedente del debate actual.⁹ Posteriormente, Yuste, Genser y Herrmann (2021) plantearon un sistema de cinco categorías de neuroderechos: (1) derecho a la identidad; (2) derecho a la agencia o libre albedrío, como libertad de pensamiento y libre voluntad para elegir las propias acciones; (3) derecho a la privacidad mental; (4) derecho al acceso equitativo a la neuroaumentación; y (5) derecho a la protección frente a sesgos algorítmicos.¹⁰

Todo este trabajo ontológico, se ha ido materializando en normativas internacionales que comienzan a traducir esas categorías en realidades operativas. El primer país que ha plasmado en su Constitución regulación en neuroderechos, ha sido Chile, que en 2020 incluyó en el artículo 19 un inciso que buscaba plasmar: “algunos elementos esenciales para la debida protección de los derechos humanos ante el desarrollo de la neurotecnología”. Sin embargo, como señala Azuaje Pirela (2022) aunque esta acción fue pionera y bien celebrada por gran parte de la comunidad jurídica, también ha sido objeto de crítica ya que: “estaba en su mayor parte contemplado tanto en la Carta Fundamental como en los principios desarrollados por la jurisprudencia del Tribunal Constitucional”.¹¹ Tras el precedente chileno, la primera aprobación relevante llegó en diciembre de 2023 en Brasil, cuando el Estado de Río Grande do Sul incorporó a su marco constitucional una referencia expresa a la protección de la integridad y la información neuronal mediante la Enmienda Constitucional n.º 85.¹² En 2024, el impulso se trasladó a Estados Unidos: primero, Colorado aprobó la HB24-1058, que refuerza la privacidad

⁹ Yuste, R., Goering, S., Agüera y Arcas, B., Bi, G., Carmena, J. M., Carter, A., Fins, J. J., Friesen, P., Gallant, J., Huggins, J. E., Illes, J., Kellmeyer, P., Klein, E., Marblestone, A., Mitchell, C., Parens, E., Pham, M., Rubel, A., Sadato, N., Specker Sullivan, L., . . . Wolpaw, J. (2017). Four ethical priorities for neurotechnologies and AI. *Nature*, 551(7679), 159–163. <https://doi.org/10.1038/551159a>

¹⁰ Recomendamos revisar Yuste, R., Genser, J., & Herrmann, S. (2021).

¹¹ Azuaje Pirela, M. (2022). La regulación de los neuroderechos y humanismo: la experiencia pionera de Chile. *Revista Derecho Digital e Innovación*, (12), abril-junio 2022.

¹² Rio Grande do Sul. (1989). *Constituição do Estado do Rio Grande do Sul* (Texto constitucional de 3 de outubro de 1989, com emendas até a Emenda Constitucional n.º 85, de 2023). https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/70451/Constituicao_Estado_RS.pdf

de datos biológicos e integra los neural data en el perímetro de protección del régimen estatal de privacidad.¹³ Después, California promulgó la SB 1223, ampliando su normativa de privacidad del consumidor para calificar los datos neuronales como información especialmente sensible y sujetarlos a mayores salvaguardas.¹⁴

En paralelo a estas normativas aprobadas, en el plano legislativo “en ciernes” se observa una segunda ola que surgió con fuerza en Sudamérica: en Brasil, desde 2023 está presentado el PL 2.174/2023, que pretende fijar normas y principios para la protección de los “neurodireitos” y, en el nivel constitucional, continúa citándose la PEC 29/2023 como intento de elevar la protección de la esfera mental al máximo rango normativo.¹⁵ En Ecuador, el Proyecto de Ley Orgánica de Neuroprotección y Aplicación Ética de las Neurotecnologías ha seguido su tramitación en comisión, con fase de observaciones e informe previo al primer debate, manteniendo el foco en privacidad mental, identidad y límites éticos de uso.¹⁶ En Uruguay, la Comisión de constitución, códigos, legislación general y administración, presentó en julio de 2024 un proyecto para incluir la “actividad cerebral y neuronal de las personas” dentro de la categoría de dato sensible de su ley de protección de datos.¹⁷ En México, el 17 de julio de 2024 se presentó en el Senado una iniciativa con proyecto de decreto para expedir la Ley General de Neuroderechos y Neurotecnologías, concebida como un marco general para proteger la dignidad humana y los derechos vinculados al sistema nervioso y a la actividad cerebral frente al despliegue (invasivo y no invasivo) de neurotecnologías.¹⁸

¹³ Colorado General Assembly. (2024). House Bill 24-1058: *Concerning protecting the privacy of individuals' biological data, and, in connection therewith, protecting the privacy of neural data and expanding the scope of the "Colorado Privacy Act" accordingly*. <https://s3.us-west-2.amazonaws.com/beta.leg.colorado.gov/1a03202c49028cafaed1160133d28fa9>

¹⁴ California Privacy Protection Agency. (2024, July 11). Legislative update and possible authorization for CPPA's positions on pending legislation: SB 1223 (Becker), Consumer privacy: Sensitive personal information: Neural data, as amended June 26, 2024 [Staff memorandum]. https://cppa.ca.gov/meetings/materials/20240716_item7_sb_1223.pdf

¹⁵ Brasil. Câmara dos Deputados. (2023). Projeto de Lei n.º 2174/2023: Estabelece as normas e princípios para proteção dos direitos fundamentais relacionados ao cérebro e ao sistema nervoso humano, <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2358605>

¹⁶ Ortiz Villavicencio, J. C. (2023). Proyecto de Ley Orgánica de Neuroprotección y Aplicación Ética de las Neurotecnologías (Cod. AN-2023-2590 / AN-OVJC-2023-0027-M). Asamblea Nacional de Ecuador. <https://vlex.ec/vid/proyecto-ley-organica-neuroproteccion-924597462>

¹⁷ Uruguay. Cámara de Representantes. (2024). *Diario de sesiones* (Legislatura XLIX), n.º 4526 [PDF]. <https://documentos.diputados.gub.uy/docs/L49/Diario/d4526.pdf>

¹⁸ Lagunes Soto Ruíz, A. (2024, 17 de julio). Iniciativa con proyecto de decreto por el que se expide la Ley General de Neuroderechos y Neurotecnologías. (Secretaría de Gobernación). https://sil.gobernacion.gob.mx/Archivos/Documentos/2024/07/asun_4765214_20240717_1721235743.pdf

Pero sin duda, una de las iniciativas legislativas más interesantes en estos momentos está sucediendo en España: el Parlamento de Cantabria está tramitando el Anteproyecto de Ley de Salud Digital de Cantabria, una norma autonómica orientada a ordenar la digitalización sanitaria (uso y gobernanza del dato de salud, herramientas digitales y garantías para pacientes) e introducir salvaguardas específicas para los neuroderechos y los “datos cerebrales o neurodatos” en el contexto clínico y tecnológico. En términos de tramitación, el texto se encuentra aún en fase prelegislativa (anteproyecto) dentro del Gobierno autonómico: primero se abrió la consulta pública previa (publicada en el BOC de 23 de abril de 2024) y posteriormente se sometió el anteproyecto al trámite conjunto de audiencia e información pública (Resolución publicada en el BOC de 15 de mayo de 2025), paso en el que se recaban aportaciones antes de consolidar el texto y, en su caso, elevarlo a Proyecto de Ley para su remisión al Parlamento de Cantabria.

Como podemos observar, desde la primera iniciativa pionera de la constitución de Chile, hasta el nuevo anteproyecto cántabro, la evolución en la normativa de los neuroderechos pasa por tres factores clave: (i) el avance desde declaraciones generales de protección de la esfera mental hacia categorías jurídicas operativas; (ii) la transición desde reformas generales a mecanismos de implementación en sectores concretos; y (iii) la creciente tendencia a situar los neuroderechos en la intersección entre derechos fundamentales, protección de datos, IA y TIC; de modo que su eficacia dependa menos de proclamarlos y más de integrarlos en marcos reguladores amplios de salud digital, privacidad y accountability tecnológica.

3. MEJORA COGNITIVA: ESCENARIOS JURÍDICOS EMERGENTES

La superioridad cognitiva que plantea la implantación neuronal de dispositivos técnicos (cuando deja de ser terapia para convertirse en mejora) tensiona el Derecho en tres frentes simultáneos: seguridad, libertad e igualdad. En primer lugar, la mejora cognitiva suele entrar en el perímetro de producto sanitario de alto riesgo, lo que desplaza el debate desde lo filosófico a lo regulatorio (ensayos, evaluación clínica, vigilancia poscomercial y responsabilidad por daños), terreno donde el marco europeo de productos sanitarios es exigente, pues fue concebido para “beneficio clínico” más que para optimización electiva del rendimiento.¹⁹

¹⁹ Aquí nos referimos al Reglamento (UE) 2017/745, principalmente al art. 2 (definiciones de producto sanitario y beneficio clínico) combinado con el art. 61 (evaluación clínica) y las reglas de

En segundo lugar, la mejora cognitiva depende de neurodatos y, cada vez más, de sistemas de IA capaces de inferir estados mentales; ahí la cuestión ya no es solo “privacidad”, sino privacidad en el contexto mental e integridad psicológica: el propio lenguaje de los neuroderechos subraya que el consentimiento tradicional podría quedarse corto si hay extracción continua de rasgos íntimos o posibilidades de modulación del ánimo, la voluntad o la identidad.²⁰ Jurídicamente, en la UE esto conecta con garantías “clásicas” que se vuelven decisivas: la protección reforzada de datos de salud (y otros datos sensibles) en el RGPD, y el derecho a la integridad física y mental en la Carta de Derechos Fundamentales.²¹

Y, en tercer lugar, aparece el problema político-jurídico más delicado: la mejora puede pasar de opción individual a expectativa social (empleo, rendimiento, selección), generando coacción estructural y nuevas brechas de desigualdad; por eso los marcos recientes de gobernanza tecnológica insisten en frenar usos intrusivos o discriminatorios y en imponer deberes de control cuando la IA se despliega en ámbitos sensibles como salud o trabajo. En esa misma línea, la AI Act eleva el listón regulatorio para sistemas de IA en sectores sensibles (como salud y empleo) y, cuando entran en juego neurodatos o inferencias sobre estados mentales, empuja a tratarlos en la práctica como un escenario de “máximo riesgo”, exigiendo gobernanza del dato, trazabilidad, supervisión humana y controles reforzados.²²

Recientemente, la OECD ha publicado una interesante Recomendación sobre Innovación Responsable en Neurotecnología en 2019, complementada con un Toolkit de implementación en 2024, que aborda cómo la mejora cognitiva va más allá de "derechos nuevos" mediante principios basados en nueve temas clave que son: (i) promover la innovación responsable, (ii) priorizar la evaluación de la seguridad, (iii) promover la inclusividad. (iv) fomentar la colaboración científica, (v) habilitar la deliberación social,

clasificación de alto riesgo (Anexo VIII). Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2017). Reglamento (UE) 2017/745 de 5 de abril de 2017 sobre los productos sanitarios. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 117, 1-175. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:32017R0745>

²⁰ Ienca, M., & Andorno, R. (2020). Towards new human rights in the age of neuroscience and neurotechnology. *Life Sciences, Society and Policy*, 13(5). <https://doi.org/10.1186/s40504-017-0050-1>

²¹ Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2016). Reglamento (UE) 2016/679 de 27 de abril de 2016 (RGPD). *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 119, 1-88. <https://www.boe.es/doue/2016/119/L00001-00088.pdf>

²² Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2024). Reglamento (UE) 2024/1689, de 13 de junio de 2024, por el que se establecen normas armonizadas en materia de inteligencia artificial. *Diario Oficial de la Unión Europea*. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1689/oj>

(vi) habilitar la capacidad de los organismos de supervisión y asesoramiento, (vii) salvaguardar los datos cerebrales personales y otra información (viii) promover culturas de administración y confianza en los sectores público y privado, y por último, (ix) anticipar y monitorear el uso y/o mal uso potencial no intencionado.²³

4. INSERCIÓN ENTRE NEURODERECHOS Y LAS T.I.C.

La convergencia entre los neuroderechos y las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), constituye el punto en el que la neurotecnología adquiere un carácter jurídicamente crítico. Cuando la actividad neuronal puede digitalizarse, transmitirse, almacenarse y recombinarse con otros datos (IoT, nube o plataformas), la mente pasa a ser un objeto de gobernanza propio de la sociedad de la información. Prueba de ello es que, en Europa, el primer nexo normativo no suele ser “un derecho nuevo”, sino el Derecho digital existente: el RGPD (con su régimen reforzado para categorías especiales, relevante cuando el neurodato se aproxima a salud y biométricos).²⁴ De forma paralela, la Directiva 2002/58/EC, más conocida como *ePrivacy*, se vincula directamente con las TIC cuando el neurodato se capta mediante “el equipo terminal del usuario” (diademas, auriculares, gafas o móviles), porque regula (en clave tecnológica) el acceso, la lectura y el almacenamiento de información por medio del propio dispositivo integrado en la persona (sensores, identificadores, apps), tratándolo como parte de su esfera privada y exigiendo garantías reforzadas.²⁵

Ienca y Andorno (2020, p.1): sostienen que: “no existe una recogida de datos trivial cuando se trata de registros cerebrales, especialmente cuando interviene un procesamiento algorítmico”.²⁶ Para los autores, incluso señales aparentemente inocuas, pero que sean tratadas algorítmicamente, se convierten en inferencias sobre estados o rasgos, tensionando la noción clásica de dato personal y la suficiencia práctica del RGPD.

²³ Organisation for Economic Co-operation and Development. (2019). Recommendation of the Council on Responsible Innovation in Neurotechnology (OECD/LEGAL/0457). <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0457>

²⁴ El artículo 25 del RGPD (Protección de datos desde el diseño y por defecto), conecta con las TIC porque obliga a que los sistemas (software, bases de datos, apps, cloud e IA) incorporen protección de datos “desde el diseño y por defecto”, convirtiendo la privacidad en requisitos técnicos de arquitectura, configuración, minimización y control de accesos. Además, el artículo 9 (categorías especiales de datos) refuerza la protección frente a tratamientos TIC de información especialmente sensible.

²⁵ Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2002, 12 de julio). Directiva 2002/58/CE, de 12 de julio de 2002, relativa al tratamiento de los datos personales y a la protección de la intimidad en el sector de las comunicaciones electrónicas. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:32002L0058>

²⁶ Ienca, M., & Andorno, R. (2020).

Esta Directiva, proporciona un marco parcial al tratar estos datos como médicos, pero no es completamente suficiente, ya que hay brechas adicionales relacionadas con la privacidad mental, la seguridad (como riesgos de ciberataques o extracción no autorizada de información), la autonomía y la agencia del usuario.

Otro vínculo normativo con las TIC cuando la neurotecnología incorpora IA como capa de interpretación y decisión es el Reglamento 2024/1689 de la UE. La IA Act incorpora numerosos artículos que abordan los neuroderechos desde la perspectiva de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), estableciendo un marco regulatorio que protege la privacidad mental, la autonomía cognitiva y la integridad neuronal en entornos digitales. Sin embargo, el más significativo podría considerarse el Artículo 5, que prohíbe explícitamente el uso de sistemas de inteligencia artificial en dispositivos wearables y otras aplicaciones TIC para técnicas subliminales o explotadoras, salvaguardando contra manipulaciones en sistemas digitales que podrían comprometer la autonomía cognitiva de grupos vulnerables, como niños o personas con discapacidad. Este artículo se vincula directamente a los neuroderechos al impedir intervenciones mediadas por TIC en la actividad neuronal sin consentimiento, previniendo así riesgos como la distorsión del comportamiento o la inferencia no autorizada de estados mentales a través de algoritmos procesadores de datos biométricos o emocionales.

No es casual que el propio debate europeo reciente sobre “privacidad mental” recomiende prudencia con la arquitectura tecnológica (TIC) y, en cambio, estimule hacia enfoques operativos (datos, riesgos, controles y enforcement), precisamente porque el terreno real de fricción está en la cadena de información (captación–modelo–plataforma–finalidad–terceros). En un estudio de la EPRS de 2024, se recomienda tratar los neurodatos como datos especialmente sensibles bajo el RGPD, analizar riesgos como sesgos de la IA y el brainjacking (hacking o control no autorizado de un dispositivo cerebral), aplicar técnicas de protección de datos, y reforzar el cumplimiento y la supervisión de estas obligaciones apoyándose en el AI Act. Todo ello complementado internacionalmente por la Recomendación de la OECD de 2019 sobre Innovación Responsable en Neurotecnología, refinada en su Toolkit de implementación de 2024 con cinco elementos clave que guían la integración ética: (i) valores rectores, (ii) inteligencia

estratégica y supervisión, (iii) participación de las partes interesadas, (iv) regulación ágil y (v) cooperación internacional.²⁷

5. TRAZABILIDAD Y BIOÉTICA EN SUPERHUMANOS

La nueva arquitectura que plantea el superhumano (un sujeto cuyo rendimiento depende de una constelación de implante, software, sensores, actualizaciones, servicios en la nube y, a menudo IA, integrada en infraestructuras TIC) rompe la imagen clásica de “acto médico + paciente” y obliga a replantear la secuencia trazabilidad–bioética–responsabilidad como un sistema de ciclo de vida: si la decisión humana está supeditada por componentes técnicos que evolucionan, la primera pregunta jurídica deja de ser “¿qué decidió la persona?” para convertirse en “¿qué versión del sistema, qué datos y qué intervención humana o algorítmica produjeron el resultado?”. De ahí que la trazabilidad sea la condición previa de cualquier decisión. En el ámbito europeo, la lógica del UDI (Identificación Única del Dispositivo) se diseñó precisamente para facilitar la trazabilidad y la vigilancia poscomercial de productos sanitarios, lo que encaja de forma natural con implantes y sistemas neurotecnológicos de alto riesgo.²⁸

A la vez, cuando la mejora incorpora IA como “componente de seguridad” o sesgo clínico, emergen obligaciones específicas de registro de eventos (logs) y documentación durante la vida del sistema, pensadas para permitir auditoría, seguimiento y detección de riesgos.²⁹ En el plano bioético, este ecosistema revaloriza estándares que parecían “cerrados” (consentimiento informado) y los vuelve dinámicos: el Convenio de Oviedo formula la regla de que toda intervención en el ámbito de la salud requiere consentimiento libre e informado y admite su retirada, pero esa lógica exige hoy enfocarse no solo en el acto quirúrgico, sino también en la gobernanza de actualizaciones, cambios de modelo, recalibraciones y usos secundarios de datos.³⁰ Y, finalmente, la responsabilidad legal

²⁷ Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD. (2025). Neurotechnology toolkit to support policymakers in implementing the OECD Recommendation on Responsible Innovation in Neurotechnology. <https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/topics/policy-sub-issues/emerging-technologies/neurotech-toolkit.pdf>

²⁸ European Commission, Directorate-General for Health and Food Safety. (2020). Unique Device Identification (UDI) System under the EU medical devices Regulations 2017/745 and 2017/746 (ET-02-18-963-EN-N). https://health.ec.europa.eu/document/download/add107c5-0ca8-45d3-b049-63bb84c4ce31_en

²⁹ Ver art. 12 de la IA Act. European Commission. (n.d.). Article 12: Record-keeping. AI Act Service Desk. <https://ai-act-service-desk.europa.eu/en/ai-act/article-12>

³⁰ La Convención de Oviedo, formalmente el Convenio para la Protección de los Derechos Humanos y la Dignidad del Ser Humano con respecto a las Aplicaciones de la Biología y la Medicina, fue adoptada por el Consejo de Europa el 4 de abril de 1997 en Oviedo (España), en vigor el 1 de diciembre de

tiende a desplazarse desde la culpa individual hacia una responsabilidad distribuida por diseño: la nueva Directiva europea de responsabilidad por productos defectuosos (2024/2853) moderniza el concepto de producto para el entorno digital y refuerza el encaje de daños causados por componentes como software/IA dentro del régimen de producto, haciendo más verosímil litigar por fallos que se manifiestan o se agravan con la evolución del sistema.³¹

En síntesis, el superhumano obliga a que la ética (autonomía, no maleficencia y control humano) y el Derecho (prueba, imputación y reparación) confluyan en una exigencia común: sin trazabilidad técnica no hay consentimiento plenamente informado, ni control efectivo del riesgo, ni responsabilidad asignable, razón por la cual los marcos internacionales recientes insisten en transparencia, rendición de cuentas y supervisión como prerequisites para que funcionen los regímenes de tutela.

6. CONCLUSIONES

El itinerario normativo descrito en el artículo permite extraer una conclusión muy precisa: los neuroderechos, en la práctica, se juegan en la capa TIC. En cuanto la actividad neuronal se convierte en dato (captación), pasa por modelos (inferencia), viaja por redes (transmisión), se almacena en nube (persistencia) y se explota en plataformas (reutilización), la protección deja de depender de proclamaciones de “integridad mental” y pasa a depender de arquitecturas de información. Es decir, seguridad del terminal, minimización y control de inferencias, trazabilidad de decisiones automatizadas, y delimitación de finalidades en ecosistemas multiparte (fabricante–app–cloud–terceros). En otras palabras, un neurodispositivo sin seguridad de acceso a neurodatos, puede afectar la autonomía, identidad y agencia con la misma intensidad (o más) que una intervención física, porque las TIC convierten la mente en un objeto de gobernanza digital.

Lege ferenda orientada a TIC: tres opciones claras y realistas

1. Régimen “terminal-first” para neurodispositivos conectados (equipo terminal + app + nube)

1999. Council of Europe. (2021). *The Oviedo Convention and human rights principles regarding health*. <https://www.coe.int/en/web/human-rights-and-biomedicine/the-oviedo-convention-and-human-rights-principles-regarding-health>

³¹ Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2024). Directiva (UE) 2024/2853 de 23 de octubre de 2024, sobre responsabilidad por productos defectuosos. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 2024/2853. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/2853/oj>

- Obligar a que cualquier captación neurofisiológica desde wearables cumpla un estándar reforzado de acceso al terminal.

- Exigir que el procesamiento primario sea local por defecto cuando sea técnicamente viable (edge processing), y que el envío a nube sea excepcional y motivado.

2. Prohibición de “neuroprofiling” y control de inferencias en plataformas TIC

- Definir legalmente el neuroperfilado (inferencias sobre perfiles mentales, rasgos o vulnerabilidades a partir de señales neurofisiológicas) y prohibirlo en publicidad, recomendación persuasiva y valoración para empleo, seguros y educación.

- Cuando se permita tratamiento por razones clínicas o de investigación, imponer evaluación previa de impacto, minimización, y límites estrictos de reutilización o cesión.

3. Ciberseguridad y trazabilidad obligatorias como “garantía de neuroderechos”

- Establecer un protocolo normativo de seguridad para diseño específico en neurotecnología conectada (técnicas de ciberseguridad, cifrado extremo a extremo, autenticación robusta y actualizaciones seguras).

- Imponer registro de eventos (logs) y versionado para todo sistema que decodifique o module señales neuronales: sin trazabilidad técnica no hay auditoría, ni prueba, ni responsabilidad.

- Crear un canal de notificación de incidentes (incluyendo “brainjacking” y accesos no autorizados o fallos de actualización) controlado por autoridad competente.

BIBLIOGRAFÍA

Azuaje Pirela, M. (2022). La regulación de los neuroderechos y humanismo: la experiencia pionera de Chile. *Revista Derecho Digital e Innovación*, (12), abril-junio 2022.

Brown, C. M. L. (2024). Neurorights, mental privacy, and mind reading. *Neuroethics*, 17(3), Article 34. <https://doi.org/10.1007/s12152-024-09568-z>

González Santos, J. (2022). Neuralink: Implicaciones éticas de las tecnologías basadas en interfaces cerebro-máquina. *Argumentos de Razón Técnica*, (25), 53–91. <https://doi.org/10.12795/Argumentos/2022.i25.02>

Ienca, M., & Andorno, R. (2020). Towards new human rights in the age of neuroscience and neurotechnology. *Life Sciences, Society and Policy*, 13(5). <https://doi.org/10.1186/s40504-017-0050-1>

- Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD. (2025). Neurotechnology toolkit to support policymakers in implementing the OECD Recommendation on Responsible Innovation in Neurotechnology. <https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/topics/policy-sub-issues/emerging-technologies/neurotech-toolkit.pdf>
- Reuters. (2025, September 9). Musk's Neuralink says 12 people have received its implants. <https://www.reuters.com/business/healthcare-pharmaceuticals/musks-neuralink-says-12-people-have-received-its-implants-2025-09-09/>
- Steindl, E. (2024). Consumer neuro devices within EU product safety law: Are we prepared for big tech ante portas? *Computer Law & Security Review*, 52, Article 105945. <https://doi.org/10.1016/j.clsr.2024.105945>
- Synchron, Inc. (2019). Switch: Stentrode first-in-human study of implantable BCI for neural control of a digital device in severe paralysis (ClinicalTrials.gov Identifier: NCT03834857). ClinicalTrials.gov. <https://clinicaltrials.gov/study/NCT03834857>
- Tuset Varela, D. (2025). Neuroderechos y superhumanos: desafíos jurídicos en la era de las capacidades mejoradas. *Revista de la Universidad Nacional de Educación a Distancia. (RDUNED)*, (35), 55–100. <https://doi.org/10.5944/rduned.35.2025.45869>
- Yuste, R. (2022, 31 de marzo). Es preciso actuar antes de que sea demasiado tarde [Entrevista por J. Dare]. *El Correo de la UNESCO*. <https://courier.unesco.org/es/articulos/rafael-yuste-es-preciso-actuar-antes-de-que-sea-demasiado-tarde>
- Yuste, R., Genser, J., & Herrmann, S. (2021). It's time for neuro-rights: New human rights for the age of neurotechnology. *Horizons: Journal of International Relations and Sustainable Development*, (18), 154–164. <https://perseus-strategies.com/wp-content/uploads/Neuro-Rights-Horizons-Winter-2021-1.pdf>
- Yuste, R., Goering, S., Agüera y Arcas, B., Bi, G., Carmena, J. M., Carter, A., Fins, J. J., Friesen, P., Gallant, J., Huggins, J. E., Illes, J., Kellmeyer, P., Klein, E., Marblestone, A., Mitchell, C., Parens, E., Pham, M., Rubel, A., Sadato, N., Specker Sullivan, L., . . . Wolpaw, J. (2017). Four ethical priorities for neurotechnologies and AI. *Nature*, 551(7679), 159–163. <https://doi.org/10.1038/551159a>

LEGISLACIÓN

- Brasil. Câmara dos Deputados. (2023). Projeto de Lei n.º 2174/2023: Estabelece as normas e princípios para proteção dos direitos fundamentais relacionados ao cérebro e ao sistema nervoso humano (Apresentado por Rubens Pereira Júnior em 26 de abril de 2023). <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2358605>
- California Privacy Protection Agency. (2024, July 11). Legislative update and possible authorization for CPPA's positions on pending legislation: SB 1223 (Becker), Consumer privacy: Sensitive personal information: Neural data, as amended June 26, 2024 [Staff memorandum]. https://cppa.ca.gov/meetings/materials/20240716_item7_sb_1223.pdf
- Colorado General Assembly. (2024). House Bill 24-1058: *Concerning protecting the privacy of individuals' biological data, and, in connection therewith, protecting the privacy of neural data and expanding the scope of the "Colorado Privacy Act" accordingly*. <https://s3.us-west-2.amazonaws.com/beta.leg.colorado.gov/1a03202c49028cafaed1160133d28fa9>

- Council of Europe. (2021). *The Oviedo Convention and human rights principles regarding health*. <https://www.coe.int/en/web/human-rights-and-biomedicine/the-oviedo-convention-and-human-rights-principles-regarding-health>
- European Commission, Directorate-General for Health and Food Safety. (2020). Unique Device Identification (UDI) System under the EU medical devices Regulations 2017/745 and 2017/746 (ET-02-18-963-EN-N). https://health.ec.europa.eu/document/download/add107c5-0ca8-45d3-b049-63bb84c4ce31_en
- Lagunes Soto Ruíz, A. (2024, 17 de julio). Iniciativa con proyecto de decreto por el que se expide la Ley General de Neuroderechos y Neurotecnologías. (Secretaría de Gobernación). https://sil.gobernacion.gob.mx/Archivos/Documentos/2024/07/asun_4765214_20240717_1721235743.pdf
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2019). Recommendation of the Council on Responsible Innovation in Neurotechnology (OECD/LEGAL/0457). <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0457>
- Ortiz Villavicencio, J. C. (2023). Proyecto de Ley Orgánica de Neuroprotección y Aplicación Ética de las Neurotecnologías (Cod. AN-2023-2590 / AN-OVJC-2023-0027-M). Asamblea Nacional de Ecuador. <https://vlex.ec/vid/proyecto-ley-organica-neuroproteccion-924597462>
- Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2024). Directiva (UE) 2024/2853, de 23 de octubre de 2024, sobre responsabilidad por productos defectuosos. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 2024/2853. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/2853/oj>
- Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2024). Reglamento (UE) 2024/1689, de 13 de junio de 2024, por el que se establecen normas armonizadas en materia de inteligencia artificial. *Diario Oficial de la Unión Europea*. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1689/oj>
- Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2017). Reglamento (UE) 2017/745 sobre los productos sanitarios. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 117, 1-175. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:32017R0745>
- Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2016). Reglamento (UE) 2016/679 de 27 de abril de 2016 (RGPD). *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 119, 1-88. <https://www.boe.es/doue/2016/119/L00001-00088.pdf>
- Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2002, 12 de julio). Directiva 2002/58/CE, de 12 de julio de 2002, relativa al tratamiento de los datos personales y a la protección de la intimidad en el sector de las comunicaciones electrónicas. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:32002L0058>
- Rio Grande do Sul. (1989). *Constituição do Estado do Rio Grande do Sul* (Texto constitucional de 3 de outubro de 1989, com emendas até a Emenda Constitucional n.º 85, de 2023). https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/70451/Constituicao_Estado_RS.pdf
- Uruguay. Cámara de Representantes. (2024). *Diario de sesiones* (Legislatura XLIX), n.º 4526 [PDF]. <https://documentos.diputados.gub.uy/docs/L49/Diario/d4526.pdf>