

Neurotecnologías e inteligencia artificial, una fusión peligrosa: ¿neuroderechos como solución?.

Siciliano, Lorenzo.

Cita:

Siciliano, Lorenzo (2025). *Neurotecnologías e inteligencia artificial, una fusión peligrosa: ¿neuroderechos como solución?*. XVII Congreso Internacional de Investigación y Práctica Profesional en Psicología. XXXII Jornadas de Investigación XXI Encuentro de Investigadores en Psicología del MERCOSUR. VII Encuentro de Investigación de Terapia Ocupacional. VII Encuentro de Musicoterapia. Facultad de Psicología - Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.

Dirección estable: <https://www.aacademica.org/000-004/864>

ARK: <https://n2t.net/ark:/13683/eNDN/g5a>



NEUROTECNOLOGÍAS E INTELIGENCIA ARTIFICIAL, UNA FUSIÓN PELIGROSA: ¿NEURODERECHOS COMO SOLUCIÓN?

Siciliano, Lorenzo

Universidad de Buenos Aires. Facultad de Psicología. Buenos Aires, Argentina.

RESUMEN

La finalidad a la que apunta este trabajo es a la toma de conciencia acerca de los crecientes avances en novedosas neurotecnologías potenciadas con inteligencia artificial (IA) que permiten acceder cada vez con mayor facilidad y precisión a datos cerebrales sensibles. Utilizándolos para diversas funciones, como la decodificación o codificación neuronal, la neurovigilancia o el brainhacking, entre otras, y como este rápido avance tiene que a su vez corresponderse con un avance de igual magnitud sobre una correcta y sólida implementación, o revisión, del campo de los derechos cognitivos (neuroderechos) de los individuos, garantizando así la protección adecuada que se necesita. Se señala la importancia de esta temática en la actualidad, y el reducido tiempo del que se dispone para prepararse adecuadamente frente a los grandes cambios porvenir. Luego se recorren diferentes investigaciones de vanguardia las cuales están logrando resultados sumamente exitosos en la decodificación de estímulos mediante datos cerebrales. Para terminar, se recorren diferentes propuestas de neuroderechos vigentes a día de hoy. Se concluye que este tema es relevante al ámbito de la salud mental. En un futuro próximo estas tecnologías serán cada vez más utilizadas, ya no solo con fines terapéuticos, sino también recreacionales, es menester estar preparados.

Palabras clave

Inteligencia artificial - Neurotecnologías - Neuroderechos
- Neurodatos

ABSTRACT

NEUROTECHNOLOGIES AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE, A DANGEROUS FUSION: ARE NEURO-RIGHTS THE SOLUTION?
The purpose of this paper is to raise awareness about the growing advances in novel neurotechnologies powered by artificial intelligence (AI), which allow for increasingly easy and accurate access to sensitive brain data. These technologies are used for various functions, such as neuronal decoding or coding, neurosurveillance, and brainhacking, among others. This work also addresses how this rapid progress must be matched by an equally significant advance in the correct and robust implementation, or revision, of the field of cognitive rights (neuro-rights) of individuals, thus ensuring the appropriate protection needed. The current importance of this topic is highlighted, as

is the limited time available to adequately prepare for the major changes to come. It then reviews various cutting-edge research projects that are achieving highly successful results in decoding stimuli using brain data. Finally, it reviews various current neurorights proposals. It concludes that this topic is relevant to the field of mental health. In the near future, these technologies will be increasingly used, not only for therapeutic purposes but also for recreational purposes, so we must be prepared.

Keywords

Artificial intelligence - Neurotechnologies - Neuro-rights - Neurodata

PLANTEO DEL PROBLEMA

Desde el comienzo de la década actual la humanidad se ve inmersa en lo que es su cuarta revolución industrial, la cual se despliega por el avance creciente y fusión de las tecnologías exponenciales, conformadas por la biotecnología, la nanotecnología, la infotecnología y la cognotecnología (NBIC), entre las cuales se halla la IA destacando principalmente. La cognotecnología, campo que anuda neurociencias e IA, merece ser tenido especialmente en cuenta, debido a los sorprendentes resultados que se están logrando en él, específicamente con las interfaces cerebro computadora (ICC) o la estimulación cerebral profunda (ECP) (Sueiro, 2024). Si bien los métodos para medir y estudiar la actividad cerebral de una persona no son nuevos, ni quienes alertan sobre sus riesgos o beneficios (Farah, 2002; Fukushi et al., 2007; Nicolelis y Lebedev, 2009; Smith, 2013; Conill Sancho y Pérez Zafrilla, 2013), lo que desde hace no mucho algunos investigadores están logrando con los datos cerebrales si lo es, decodificando cada vez mejor diferentes estímulos. Por otra parte, otros investigadores se enfocan en la contracara de dicho proceso, la inscripción de nueva información al cerebro, pudiendo así generar cambios en diversos procesos cerebrales, alterando sentimientos, conductas o pensamientos (Goering et al., 2021; Lively, 2023; Sueiro, 2024; Heredia Ruiz, 2024). Especialmente las ICC potenciadas con IA tienen el potencial de expandir o alterar el sentido de identidad de sus usuarios (Goering et al., 2021). Todo esto abre diferentes debates como, por ejemplo: ¿se podría leer la mente?, ¿que se define exactamente por "leer la mente"? , ¿los resultados que se afirman lograr hoy (y en un



futuro) son verídicos o se está sobreexagerando la cuestión?, ¿hacen falta nuevas regulaciones ante los resultados que estas tecnologías alcanzan o es solo un nuevo tipo de hype (neurohype, IA-hype, ICC-hype)? (Brown, 2024; Gilbert y Russo 2024).

RELEVANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

Cuando hablamos de los datos de las personas, no hay ninguno que debería ser difundido, utilizado o capitalizado sin el consentimiento de las mismas, pero lamentablemente se sabe que esto ocurre, más de lo que debería. Ejemplos conocidos son lo que ocurrió en casos como el de Facebook y Cambridge Analytica, donde con el objetivo de lograr una microfocalización política, se manipularon grandes sumas de datos, o también respecto a los perfiles psicométricos utilizados de forma encubierta camino al Brexit. Los datos cerebrales también podrían involucrarse en situaciones similares, siendo erróneamente utilizados, lo cual permitiría formas de manipulación que probablemente serían más difíciles de identificar que las que ya existen (Rainey et al., 2020). Además, como todo dispositivo electrónico, las ICC son vulnerables a distintos tipos de ataques. Martinovic et al. (2012) expuso diferentes técnicas de hackeo e ingreso ilegítimo a un cerebro con la utilización de ICC. Si bien la información que se pudo recopilar no siempre fue del todo precisa, sin duda es un avance interesante. Sueiro (2024) señala que las ICC podrían ser infectadas con virus, códigos maliciosos (Malware) o programas de espionaje (Spyware), y sus señales podrían ser interceptadas a través de técnicas de Sniffing. Frank et al. (2017) habría mostrado la posibilidad de ingresar un programa de espionaje en una ICC para de esa forma extraer información de su usuario. Por otro lado, Kaspersky Lab (2018), empresa de ciberseguridad reconocida, afirma que en las próximas décadas podrían desarrollarse los implantes de memorias al cerebro, permitiendo así robar, vender, espiar, manipular, implantar, eliminar, bloquear o alterar las memorias de un sujeto a través de ciberataques. Ya Nabavi et al. (2014) mediante técnicas de optogenética lograron en ratones resultados bastante exitosos. Las estadísticas también dan mucho de qué hablar, según el informe de NeuroTech Analytics (2021), el cual analizó de forma global la industria neurotecnológica en el segundo trimestre del 2021, se afirma que se multiplicaron por veintiuno las inversiones en empresas de neurotecnología en los últimos diez años, pasando de \$331 millones de dólares a \$7.3 billones de dólares. Otras estadísticas, como las de Grand View Research (2022) o Strategic Market Research (2022) poseen la misma tendencia explosiva. Es por este motivo que cuando se habla de los datos cerebrales, estos podrían considerarse como la última frontera al acceso de la información más íntima de un individuo, que mejoraría aún más los perfiles, bastante avanzados ya, de información personal. Este tipo de información probablemente sea uno de los últimos bastiones en donde las invasiones recurrentes a la privacidad aun no ocurrieron, pareciese ser la última fortaleza donde los

datos propios aún tienen completa privacidad, lo último que aún no compromete del todo la privacidad de las personas en la vida moderna. Y aunque a día de hoy aún no existe tecnología capaz de leer realmente actividad cerebral con exactitud sin cooperación del examinado, esto no es seguro que se siga sosteniendo en el futuro debido a las billonarias inversiones por múltiples agentes en el desarrollo de las mismas (solo en 2019 Microsoft invirtió un billón de dólares en OpenAI, por otro lado Facebook adquirió CTRL-Labs, una compañía especializada en ICC no invasivas entre quinientos millones y un bilón de dólares) (Goering et al., 2021). O como dice Heredia Ruiz (2023), el comprender el cerebro humano es de las últimas fronteras a conquistar por parte de la economía de mercado, y agrega (tomando a Zuboff), del capitalismo de la vigilancia, que buscaría a través de estimulaciones externas sofisticadas encaminar los comportamientos y dominar los deseos de las personas. Y, en clara relación con esto, como afirma Farahany (2023), diversas empresas ya están monitoreando los estados mentales de sus empleados con ICC, basándose en ellos para tomar decisiones, con datos que de otra forma no se hubiesen conocido. Sueiro (2024) agrega más, la neurovigilancia electrónica mediante ICC asistidas con IA ya está empezando a ejercerse en diferentes ámbitos en ciertos países como China. Como dicen Garrigues Walker y González de la Garza (2024), el más grande sueño de un gobierno totalitario, sea probablemente, tener acceso a información acerca de los estados mentales de sus ciudadanos (cómo piensan, que los motiva o atrae, que temen o desean, o cuál es su ideología).

ESTADO DEL ARTE

Gilbert y Russo (2024) se preguntaron si las afirmaciones que se vienen haciendo, acerca de que la unión entre neurotecnología e IA para leer los datos cerebrales conduce a una lectura de la mente, son reales o si simplemente están cargadas de hype. Para ello revisaron 1017 artículos académicos (quedando 569 válidos), buscando que afirmaban los mismos respecto a esta temática. Cifra sorprendente del 91% creía que leer la mente sería posible a través de la lectura cerebral (45% en el presente, y un 46% en un potencial futuro), si bien “leer la mente” no significaba lo mismo para todos. En resumen, se llega a la conclusión de que, primero el uso “lectura de la mente” es impreciso e inconsistente en el decir científico, segundo esto empuja a que se exageren las capacidades reales de las ICC junto a la IA, afirmando así logros que no son reales y que quizás nunca lo sean. Pero, como dice Heredia Ruiz (2024), si bien con los neurodatos aun no se puede “decodificar los pensamientos o el inconsciente de una persona, sí son suficientes para inferir algunos detalles personales del individuo, como el estado emocional o salud cognitiva, y también es posible decodificar el pensamiento visual y el lenguaje” (p. 6). En concreto, “mediante técnicas de neuroimagen pueden hacerse inferencias sobre «una gran variedad de estados mentales, como los recuerdos, el conocimiento semántico,

las emociones, los sueños, el discurso interior y las intenciones»” (Heredia Ruiz, 2024, p. 7). Habiendo hecho estas aclaraciones, se pasará a revisar diferentes estudios, que, aunque no logren “leer la mente”, sin dudas consiguen resultados increíbles en distintas áreas. Dada la cantidad de estudios, se desarrollarán solo algunos por área. Empezando por los sueños, se encuentran los aportes de Horikawa et al. (2013), Underwood (2013) y Costandi (2012). Los primeros se propusieron estudiar las imágenes visuales presentes durante el sueño. Para esto armaron un enfoque de decodificación neuronal en el cual modelos de aprendizaje automático predecirían dichas imágenes, con la actividad cerebral medida (mientras se soñaba), formando vínculos entre los patrones de resonancia magnética funcional e informes verbales con la ayuda de bases de datos léxicas y de imágenes. En resumen, se llega a concluir que dichos modelos llegaron a una clasificación, detección e identificación precisas del contenido, pudiendo así afirmar que existiría un medio para descubrir el contenido subjetivo del sueño mediante la medición neuronal objetiva. Cambiando de área, entrando en el campo de los estímulos sonoros, aportan Bellier et al. (2023) y Park et al. (2023). Los iniciales, indagaron qué regiones del cerebro están activas en la percepción musical. Para estudiar esto los investigadores utilizaron un conjunto de datos de grabaciones de electroencefalografía intracraneal de 29 personas. Se les pidió a todos que escucharan la famosa canción de Pink Floyd “Another Brick in the Wall”, recolectando sus datos neurales en el proceso. Utilizando un enfoque computacional de reconstrucción de estímulos se logró llegar a una canción, aunque difusa, reconocible, con gran precisión (a partir de las grabaciones neuronales directas). Este modelo había sido utilizado previamente para decodificar el habla, pero es de resaltar que esta era la primera vez que se utilizaba para la música, mostrando así que el modelado predictivo con conjuntos de datos cortos y adquiridos en pacientes individuales es eficaz también en dicha área, abriendo de este modo el campo de las ICC a futuros desarrollos mediante elementos musicales. Pasando ahora a los estímulos semánticos, se amplía la cantidad de análisis. Zhang et al. (2024), Chen et al. (2023), Défossez et al. (2023), Berezutskaya et al. (2023), Wang et al. (2023), Tang et al. (2023), Pereira et al. (2018) y Pasley et al. (2012) contribuyen a la temática. Tang et al. (2023) indagaron si con una ICC no invasiva se podría reconstruir lenguaje continuo. Lograron construir una ICC de este tipo que logra dicho objetivo a través de representaciones semánticas corticales registradas por resonancia magnética funcional. Este decodificador, de forma novedosa (comparado con otros decodificadores de lenguaje no invasivos que solo son capaces de identificar estímulos dentro de una región chica de palabras o frases), una vez recibidas grabaciones neuronales nuevas, genera secuencias de palabras comprensibles que recuperan el significado del habla percibida o hasta imaginada, y también de videos sin sonido, hallando así que un mismo decodificador puede ser utilizado en distintas tareas. Se halló también que estos resultados podrían ser logrados

desde diferentes regiones de la corteza cerebral. Por último, también con varias investigaciones, se revisará el área visual. Benchetrit et al. (2024), Scotti et al., (2024), Koide-Majima et al. (2024), Takagi y Nishimoto (2023), Ozcelik y VanRullen (2023), Gong et al. (2023), Schneider et al. (2023), Chen et al. (2023), Shen et al. (2019), Nishimoto et al. (2011), Miyawaki et al. (2008) y Stanley et al. (1999) aportan a la cuestión. Koide-Majima et al. (2024) trabajaron en cómo se puede reconstruir una imagen mental natural y arbitraria observada por un sujeto a partir de su actividad cerebral. Se basaron en los progresos previos de Shen et al. (2019), mejorando su método de reconstrucción de imágenes visuales el cual era dependiente de información visual de bajo nivel y no utilizaba correctamente valiosos datos de tipo semántico. Esta limitación fue superada usando un enfoque de estimación bayesiana e introduciendo la ayuda de esa información semántica que antes no se usaba. De esta forma, se lograron reconstruir con éxito imágenes vistas (observadas por el ojo humano) como así también las imágenes imaginadas, a partir de la actividad cerebral. Haciendo una evaluación cuantitativa, se llegó a que este novedoso marco logra identificar las imágenes vistas o imaginadas con alta precisión en comparación con la exactitud proporcionada al azar (siendo de 90.7%, 22 75.6% y 50% respectivamente). Estos resultados sugieren que esta línea de trabajo podría brindar una herramienta clave para investigar directamente los contenidos subjetivos del cerebro como los sueños, las alucinaciones o las ilusiones.

DESARROLLO

Lo cierto es que estos logros, por más útiles e innovadores que puedan resultar en el ámbito personal, militar, médico o legal, entre muchos más, traen consigo también varias preguntas del lado ético. Por el hecho de que el sistema nervioso central (SNC) y su actividad de circuitos neuronales tiene a su cargo funciones como la percepción, la memoria, la emoción, la imaginación, la toma de decisión y la acción, todos los cuales son estados mentales o cognitivos. Y una tecnología capaz de acceder a dichos circuitos del SNC para leerlos o modificarlos (inscribiendo nueva información desde fuera), tiene la capacidad de alterar el funcionamiento interior de la mentalidad humana. Sumado a esto, es de público conocimiento como diversas instituciones, motivadas por el rédito comercial, buscan recolectar grandes bases de datos de sus clientes o potenciales usuarios para campañas de marketing u otros fines. Actualmente la información personal de la mayoría de la población es accedida por el sector comercial sin ningún tipo de frenos. Todo tipo de datos, como los sociales, políticos, religiosos, médicos, de afiliaciones, y muchos más, son conocidos, y muchas veces sin conocimiento de los mismos usuarios. Por este motivo, las preguntas acerca de qué pasará con la privacidad de la información neural tiene completo sentido, viendo la continua disminución de privacidad en otros ámbitos (Goering et al., 2021). Con los datos cerebrales específicos

de un individuo se pueden hacer predicciones precisas acerca de asuntos privados e íntimos de su vida, por ende, dichos datos serían de gran valor para múltiples agentes, debido a que con ellos se podría echar luz sobre las conexiones, hasta ahora no conocidas, entre acciones manifiestas y la actividad cerebral “oculta” que conllevan. Este tipo de neuroprofiling conformaría por lo tanto la mirada más íntima y transparente que se podría conseguir de una persona (Rainey et al., 2020). Como afirma Sueiro (2024), la humanidad se encuentra cerca del advenimiento de una nueva especie conformada por el poshumanismo, posible a través del transhumanismo, que a su vez se logaría por la confluencia de los últimos avances científicos: neurociencias (cognotecnología) fusionadas al aprendizaje automático y profundo que logra la IA, “miniaturización de componentes electrónicos a escala nanométrica (nanotecnología) e integración biológica con el cuerpo humano, mediante estudios de histocompatibilidad con el sistema inmunológico (biotecnología), y transmisión de información directa al cerebro humano (infotecnología)” (Sueiro, 2024, p. 18). Como sugieren Garrigues Walker y González de la Garza (2024), el rediseño de la naturaleza humana, a voluntad, abre 2 caminos posibles: una ciencia transhumanista no en beneficio del bien público, sino de empresas tecnocientíficas privadas que pretenden el adueñamiento de los conocimientos alcanzados, o por el otro lado, el respeto a los derechos humanos buscando una justa distribución, el no daño de la naturaleza humana y la protección de las personas ante empresas o gobiernos que quieran abusar de estos avances. Respecto a esta segunda posición, ya existen actualmente ciertas propuestas para hacer frente a este panorama. Algunas de ellas son recomendaciones éticas, mientras que otras son propuestas de modificación de derechos o hasta de creación de nuevos derechos (los llamados neuroderechos), no todos coinciden sobre que se debe hacer (Lighthart et al., 2023), algunos afirman que los mismos no serían necesarios y estorbarían, “quienes se oponen alegan que su reconocimiento no es necesario porque el marco existente podría atender suficientemente este desafío y, si se hiciera, se produciría una innecesaria inflación de derechos, entorpeciendo su protección efectiva” (Heredia Ruiz, 2024, p. 16). Ienca y Andorno (2017) plantearon 4 nuevos derechos que serían de gran importancia en los años venideros: (1) el derecho a la libertad cognitiva (o a la autodeterminación mental), (2) el derecho a la privacidad mental, (3) el derecho a la integridad mental y (4) el derecho a la continuidad psicológica. Los autores afirman que estos derechos por ellos propuestos estarían a la altura de los criterios postulados por el erudito en derecho internacional Philip Alston para confirmar si cierto reclamo podría considerarse un nuevo derecho humano en el derecho internacional, de esta forma están seguros que no promueven el inflacionismo de derechos. Por otro lado, explorando los textos de Genser et al. (2022), Lively (2023) y Genser et al. (2024), pertenecientes a The Neurorights Foundation (TNRF), se recorrerá otra propuesta similar. Sus 5 derechos son: (1) el derecho a la privacidad mental, (2) el derecho a la identidad personal

(o al “sentido de sí mismo”), (3) el derecho al libre albedrío (o a la agencia mental), (4) el derecho a la igualdad de acceso a la mejora/aumentación mental, y (5) el derecho a la protección contra el sesgo algorítmico. Dapkevicius (2024) argumenta que, a los 5 neuroderechos que propone TNRF, deberían agregarse indudablemente otros más. Estos serían: (1) el derecho a la neutralidad tecnológica, (2) el derecho a la identidad mental, (3) el derecho al aumento de la neurocognición, (4) el derecho a la protección de los neurodatos sexuales, (5) el derecho a evitar perfiles, (6) la protección de los neuroderechos comerciales, penales, laborales y empresariales. Por último, otra propuesta reciente es la de Heredia Ruiz (2023), quien argumenta que las propuestas hechas hasta ahora de neuroderechos son insuficientes (se limitan a las neurotecnologías, generalmente entendiéndolas solo como ICC, dejando de lado a los asistentes informacionales que traten de modificar la conducta de forma subliminal, el conjunto de derechos de los que se habla queda corto, centrándose en la actividad consciente y dejando de lado la mente inconsciente, entre otras cosas) y hacen falta nuevas proposiciones, como vendrían a ser la de los derechos YIP. “Los algoritmos extractivos, como si fueran ladrones de sombras, están jugando un papel clave en este descifrado, y el procesamiento de datos mentales abre la puerta al condicionamiento subliminal, con posibilidad de atentar al sentido de identidad y autoconsciencia” (Heredia Ruiz, 2023, p. 30). Califica este hecho como un “manoseo subterráneo tan inaudito como intolerable. En la medida que el yo inconsciente es el sustrato basal de todas las manifestaciones que nos hacen humanos y que son nuestra identidad y dignidad, debe quedar parapetado tras un nuevo e inexpugnable escudo jurídico” (Heredia Ruiz, 2023, p. 30). Concluye que “El reconocimiento jurídico de la singularidad y predominancia de este núcleo duro (la esencia de la esencia) es la mejor de las garantías a nuestro alcance” (Heredia Ruiz, 2023, p. 30). Los derechos YIP son: (1) derecho a la preservación de la mente inconsciente, (2) derecho a la minería en bucle cerrado, (3) derecho a la transparencia y a la titularidad psicométricas, (4) derecho a la no intervención subliminal, (5) derecho de oposición, y (6) derecho a la inimputabilidad e irresponsabilidad del agente.

CONCLUSIÓN

Esta temática resulta importante al ámbito de la salud mental, debido a que estas tecnologías pueden entrar en contacto directo con el SNC, componente elemental de lo que implica el ser humano. Por tanto, cambios en esta esfera, pueden reflejar cambios psicofisiológicos profundos, alterando cómo un individuo se comporta, siente y piensa. También, el hecho de poder conocer todo tipo de datos de los estados mentales de una persona (externalizando algo interno) a través de una lectura de sus datos cerebrales (incluso aunque hoy no sea posible afirmar que se puede leer la mente en su totalidad), o el hecho de una influencia subliminal de la conducta, invitan a pensar nuevas formas de

manejarse en el área. Es por esto que, los profesionales del campo psicológico no deben pasar por alto el creciente desarrollo de estas tecnologías, que cada vez serán más masivas, llegando a más usuarios, que podrían ser sus pacientes (no solo con fines terapéuticos, sino también recreativos). Mantenerse informado y actualizado es necesario, negar estos avances o desconocerlos solo puede considerarse una práctica poco ética e irresponsable. A quienes dicen que aún es muy pronto para empezar a regular, o que no es necesario, simplemente se les puede hacer las preguntas: ¿acaso el pasado demuestra que hemos sabido regular tecnologías que en su momento fueron disruptivas a tiempo?, ¿las redes sociales online, por ejemplo, están bien reguladas?, ¿las empresas tecnológicas han demostrado preocuparse por nuestra privacidad realmente? La respuesta debería hablar por sí sola. ¿Y acaso no es mejor llegar a una situación donde se logró una protección sólida y no hizo tanta falta, a lo contrario, donde siendo necesario amparo no lo hubo?, ¿hace falta trabajar con un margen de tiempo tan fino sabiendo lo que en ocasiones pueden tardar los avances jurídicos?

BIBLIOGRAFÍA

- Bellier, L., Llorens, A., Marciano, D., Gunduz, A., Schalk, G., Brunner, P., y Knight, R. T. (2023). Music can be reconstructed from human auditory cortex activity using nonlinear decoding models. *Plos Biology*, 21(8). 1-27. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3002176>
- Beltran De Heredia Ruiz, I. (2023). *Inteligencia artificial y neuroderechos: la protección del yo inconsciente de la persona*. Aranzadi.
- Beltran De Heredia Ruiz, I. (2024). Personas trabajadoras, algoritmos extractivos y neurotecnologías: la amenaza de los neurodatos y de otros datos mentales. *Jornades catalanes de dret social*, 34(1). 1-36. <https://www.iuslabor.org/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=460>
- Benchetrit, Y., Banville, H., y King, J. R. (2024). Brain decoding: toward real-time reconstruction of visual perception. *ArXiv*, 3(1). 1-25. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2310.19812>
- Berezutskaya, J., Freudenburg, Z. V., Vansteensel, M. J., Aarnoutse, E. J., Ramsey, N. F., y Van Gerven, M. A. J. (2023). Direct speech reconstruction from sensorimotor brain activity with optimized deep learning models. *Journal of Neural Engineering*, 20(5). 1-25. <https://doi.org/10.1088/1741-2552/ace8be>
- Brown, C. M. L. (2024). Neurorights, Mental Privacy, and Mind Reading. *Neuroethics* 17(34). 1-19. <https://doi.org/10.1007/s12152-024-09568-z>
- Chen, Z., Liang, N., Zhang, H., Li, H., Dai, X., Wang, Y., y Shi, N. (2023). Advancements and implications of semantic reconstruction of continuous language from non-invasive brain recordings. *Brain-X*, 1(37). 1-2. <https://doi.org/10.1002/brx2.37>
- Chen, Z., Qing, J., Xiang, T., Yue, W. L., y Zhou, J. H. (2023). Seeing Beyond the Brain: Conditional Diffusion Model with Sparse Masked Modeling for Vision Decoding. *ArXiv*, 3(1). 1-20. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2211.06956>
- Conill Sancho, J., y Pérez Zafrilla, P. J. (2013). Retos actuales de la neuroética. *RECERCA. Revista De Pensament i Anàlisi*, 13(1). 6-10. Recuperado a partir de <https://www.e-revistes.uji.es/index.php/recerca/article/view/813>
- Costandi, M. (2012). Scientists read dreams. *Nature*, 1(1). 1-2. <https://doi.org/10.1038/nature.2012.11625>
- Défosssez, A., Caucheteux, C., Rapin, J., Kabeli, O., y King, J. R. (2023). Decoding speech perception from non-invasive brain recordings. *Nature Machine Intelligence* 5(1). 1097-1107. <https://doi.org/10.1038/s42256-023-00714-5>
- Farahany, N. A. (2023). *The Battle for Your Brain: Defending the Right to Think Freely in the Age of Neurotechnology*. St. Martin's Press.
- Farah, M. (2002). Emerging ethical issues in neuroscience. *Nature Neuroscience*, 5(1). 1123-1129. <https://doi.org/10.1038/nn1102-1123>
- Flores Dapkevicius, R. (2024). *Neuroderechos, Neurociencia e Internet of Bodies: Neurocriminología, Neuroderecho Comercial, Neuroderecho Político, Neuroderecho Empresarial y Neurolaboralística*. BdeF.
- Frank, M., Hwu, T., Jain, S., Knight, R. T., Martinovic, I., Mittal, P., Perito, D., Slagmanovic, I., y Song, D. (2017). Using EEG-Based BCI Devices to Subliminally Probe for Private Information. *ArXiv*, 2(1). 1-12. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1312.6052>
- Fukushi, T., Sakura, O., y Koizumi, H. (2007). Ethical considerations of neuroscience research: The perspectives on neuroethics in Japan. *Neuroscience Research*, 57(1). 10-16. <https://doi.org/10.1016/j.neures.2006.09.004>
- Garrigues Walker, A., y González De La Garza, L. M. (2024). *Qué son los neuroderechos y cuál es su importancia para la evolución de la naturaleza humana: Reflexiones sobre el derecho, las neurotecnologías y la IA emergentes*. Aranzadi.
- Gilbert, F., y Russo, I. (2024). Mind-reading in AI and neurotechnology: evaluating claims, hype, and ethical implications for neurorights. *AI Ethics* 4(1). 855-872. <https://doi.org/10.1007/s43681-024-00514-6>
- Goering, S., Klein, E., Specker Sullivan, L., Wexler, A., Agüera y Arcas, B., Bi, G., Carmena, J. M., Fins, J. J., Friesen, P., Gallant, J., Huggins, J. E., Kellmeyer, P., Marblestone, A., Mitchell, C., Parens, E., Pham, M., Rubel, A., Sadato, N., Teicher, M., Wasserman, D., Whittaker, M., Wolpaw, J., y Yuste, R. (2021). Recommendations for Responsible Development and Application of Neurotechnologies. *Neuroethics*, 14(3). 365-386. <https://doi.org/10.1007%2Fs12152-021-09468-6>
- Gong, C., Jing, C., Chen, X., Pun, C. M., Huang, G., Saha, A., Nieuwoudt, M., Li, H. X., Hu, Y., y Wang, S. (2023). Generative AI for brain image computing and brain network computing: a review. *Frontiers in Neuroscience*, 17(1). 1-18. <https://doi.org/10.3389/fnins.2023.1203104>
- Grand View Research. (2022). *Brain Computer Interface Market Size, Share & Trends Analysis Report By Product (Invasive, Non-invasive). By Application (Healthcare, Communication & Control, Entertainment & Gaming). By End-use (Medical, Education & Research). And Segment Forecasts, 2025-2030*. Grand View Research. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/brain-computer-interfaces-market>

- Horikawa, T., Tamaki, M., Miyawaki, Y., y Kamitani, Y. (2013). Neural decoding of visual imagery during sleep. *Science*, 340(6132). 639-642. <https://doi.org/10.1126/science.1234330>
- Ienca, M., y Andorno, R. (2017). Towards new human rights in the age of neuroscience and neurotechnology. *Life Sciences, Society and Policy*, 13(5). 1-27. <https://doi.org/10.1186/s40504-017-0050-1>
- Kaspersky Lab. (2018). *The Memory Market: Preparing for a future where cyberthreats target your past*. Kaspersky Lab. https://media.kasperskycontenthub.com/wp-content/uploads/sites/43/2018/10/29094959/The-Memory-Market-2018_ENG_final.pdf
- Koide-Majima, N., Nishimoto, S., y Majima, K. (2024). Mental image reconstruction from human brain activity: Neural decoding of mental imagery via deep neural network-based Bayesian estimation. *Neural Networks*, 170(1). 349-363. <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2023.11.024>
- Lighthart, S., Ienca, M., Meynen, G., Molnar-Gabor, F., Andorno, R., Bublitz, C., Catley, P., Claydon, L., Douglas, T., Farahany, N., Fins, J. J., Goering, S., Haselager, P., Jotterand, F., Lavazza, A., McCay, A., Wajnerman Paz, A., Rainey, S., Ryberg, J., y Kellmeyer, P. (2023). Minding Rights: Mapping Ethical and Legal Foundations of 'Neuro-rights'. *Cambridge Quarterly of Healthcare Ethics*, 32(4). 461-481. <https://doi.org/10.1017/S0963180123000245>
- Martinovic, I., Davies, D., Frank, M., Perito, D., Ros, T., y Song, D. (2012). On the feasibility of side-channel attacks with brain-computer interfaces. *Proceedings of the 21st USENIX conference on Security symposium*, 12(1). 1-16. <https://dl.acm.org/doi/10.5555/2362793.2362827>
- Miyawaki, Y., Uchida, H., Yamashita, O., Sato, M. A., Morito, Y., Tanabe, H. C., Sadato, N., y Kamitani, Y. (2008). Visual image reconstruction from human brain activity using a combination of multi-scale local image decoders. *Neuron*, 60(5). 915-929. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2008.11.004>
- Nabavi, S., Fox, R., Proulx, C. D., Lin, J. Y., Tsien, R. Y., y Malinow, R. (2014). Engineering a memory with LTD and LTP. *Nature* 511(1). 348-352. <https://doi.org/10.1038/nature13294>
- NeuroTech Analytics. (2021). *NeuroTech Industry Overview 2021 / Q2. Investment Digest*. <https://www.neurotech.com/investment-digest>
- Nicolelis, M. A. L., y Lebedev, M. A. (2009). Principles of neural ensemble physiology underlying the operation of brain-machine interfaces. *Nature Reviews Neuroscience*, 10(1). 530-540. <https://doi.org/10.1038/nrn2653>
- Nishimoto, S., Vu, A. T., Naselaris, T., Benjamini, Y., Yu, B., y Gallant, J. L. (2011). Reconstructing Visual Experiences from Brain Activity Evoked by Natural Movies. *Current Biology*, 21(19). 1641-1646. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2011.08.031>
- Ozcelik, F., y VanRullen, R. (2023). Natural scene reconstruction from fMRI signals using generative latent diffusion. *Scientific Reports* 13(15666). 1-15. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-42891-8>
- Park, J. Y., Tsukamoto, M., Tanaka, M., y Kamitani, Y. (2023). Sound reconstruction from human brain activity via a generative model with brain-like auditory features. *ArXiv*, 1(1). 1-35. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2306.11629>
- Pasley, B. N., David, S. V., Mesgarani, N., Flinker, A., Shamma, S. A., Crone, N. E., Knight, R. T., y Chang, E. F. (2012). Reconstructing speech from human auditory cortex. *PLoS Biology*, 10(1). 1-13. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001251>
- Pereira, F., Lou, B., Pritchett, B., Ritter, S., Gershman, S. J., Kanwisher, N., Botvinick, M., y Fedorenko, E. (2018). Toward a universal decoder of linguistic meaning from brain activation. *Nature Communications* 9(963). 1-13. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-03068-4>
- Rainey, S., Martin, S., Christen, A., Mégevand, P., y Fournet, E. (2020). Brain Recording, Mind-Reading, and Neurotechnology: Ethical Issues from Consumer Devices to Brain-Based Speech Decoding. *Science and Engineering Ethics*, 26(4). 2295-2311. <https://doi.org/10.1007/s11948-020-00218-0>
- Schneider, S., Lee, J. H., y Mathis, M. W. (2023). Learnable latent embeddings for joint behavioural and neural analysis. *Nature* 617(1). 360-368. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06031-6>
- Scotti, P. S., Banerjee, A., Goode, J., Shabalin, S., Nguyen, A., Cohen, E., Dempster, A. J., Verlinde, N., Yundler, E., Weisberg, D., Norman, K. A., y Abraham, T. M. (2024). Reconstructing the mind's eye: fMRI-to-image with contrastive learning and diffusion priors. *Neural Information Processing Systems*, 37(1073). 24705-24728. <https://dl.acm.org/doi/10.5555/3666122.3667195>
- Shen, G., Horikawa, T., Majima, K., y Kamitani, Y. (2019). Deep image reconstruction from human brain activity. *PLoS Computational Biology* 15(1). 1-23. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1006633>
- Smith, K. (2013). Brain decoding: Reading minds. *Nature* 502(1). 428-430. <https://doi.org/10.1038/502428a>
- Stanley, G. B., Li, F. F., y Dan, Y. (1999). Reconstruction of natural scenes from ensemble responses in the lateral geniculate nucleus. *Journal of Neuroscience*, 19(18). 8036-8042. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.19-18-08036.1999>
- Strategic Market Research. (2022). *Brain Computer Interface Market By Component (Hardware, Software). By Type (Non-Invasive (wearable), Brain-Computer Interface, Partial Invasive Brain-Computer Interface, Invasive Brain-Computer Interface, Others (EEG Based on BCI & MEG as well as MRI)). By Application (Healthcare, Disabilities Restoration, Brain Function Repair, Smart Home Control, Communication & Control, Entertainment & Gaming). By End-users (Manufacturing, Military, Medical, Others (Gaming and Communication)). By Geography, Size, Share, Global Report, Industry Forecast, 2021-2030*. Strategic Market Research. <https://www.strategicmarketresearch.com/market-report/brain-computer-interface-market>
- Strategic Market Research. (2022). *Neurostimulation Devices Market By Technology (Internal Neuromodulation, External-Neuromodulation). By Application 70 (Spinal Cord-Stimulation, Deep-Brain Stimulation, Sacral-Nerve Stimulation, Vagus-Nerve Stimulation, Gastric-Electrical Stimulation, Transcutaneous-Electric Nerve Stimulation, Transcranial-Magnetic Stimulation, Respiratory Electric Stimulation, Others). By Application Type (Dairy Products, Snacks, Meat & Poultry Products, Beverages, Bakery Products, Others). By Geography, Size, Share, Global Industry Analysis Report, Forecast, 2020-2030*. Strategic Market Research. <https://www.strategicmarketresearch.com/market-report/neurostimulation-device-market>

- Sueiro, C. C. (2024). *Neuroderechos y neurodelitos: impacto de las neurociencias y la inteligencia artificial en el sistema penal*. Hammurabi.
- Takagi, Y., y Nishimoto, S. (2023). High-resolution image reconstruction with latent diffusion models from human brain activity. *BioRxiv*, 3(1). 1-11. <https://doi.org/10.1101/2022.11.18.517004>
- Tang, J., LeBel, A., Jain, S., y Huth, A. G. (2023). Semantic reconstruction of continuous language from non-invasive brain recordings. *Nature Neuroscience* 26(1). 858-866. <https://doi.org/10.1038/s41593-023-01304-9>
- The Neurorights Foundation. (2022). *International Human Rights Protection Gaps in the Age of Neurotechnology*. Genser, J., Herrmann, S., y Yuste, R. <https://neurorightsfoundation.org/s/Neurorights-Foundation-PUBLIC-Analysis-5622.pdf>
- The Neurorights Foundation. (2023). *Market Analysis, Neurotechnology*. Lively, S. <https://neurorightsfoundation.org/s/Market-Analysis-Final-pkht.pdf>
- The Neurorights Foundation. (2024). *Safeguarding Brain Data: Assessing the Privacy Practices of Consumer Neurotechnology Companies*. Genser, J., Damianos, S. y Yuste, R. https://Consumer_Neurotechnology_Report_Neurorights_Foundation_April-1.pdf
- Underwood, E. (2013). How to build a dream-reading machine. *Science*, 340(6128). 21. <https://doi.org/10.1126/science.340.6128.21>
- Wang, B., Xu, X., Zhang, L., Xiao, B., Wu, X., y Chen, J. (2023). Semantic reconstruction of continuous language from MEG signals. *ArXiv*, 1(1). 1-5. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2309.07701>
- Zhang, C., Zheng, X., Yin, R., Geng, S., Xu, J., Gao, X., Lv, C., Ling, Z., Huang, X., Cao, M., y Feng, J. (2024). Decoding Continuous Character-based Language from Non-invasive Brain Recordings. *ArXiv* 2(1). 1-39. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2403.11183>