





Dr. José Manuel Rodríguez Delgado, professor of neurophysiology at Yale University, 1965





Innovación y privacidad en inteligencia artificial y espacios de datos: construcción de un modelo compatible con los derechos de las personas

Tratamiento de los neurodatos y desafíos de su protección

Dr. Luis Antonio de Salvador
Director de la División de Innovación Tecnológica
<https://www.aepd.es/en/areas/innovation-and-technology>

AGENCIA ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN DE DATOS



1

EL MARCO GENERAL DE LOS NEUROTRATAMIENTO




A través de la neurología

Neurología

- Nace en el siglo XVI.
- Finales del siglo XIX surge la neurocirugía como especialidad, impulsada por figuras como Harvey Cushing.
- También a finales del siglo XIX nace la neurología como especialidad médica: Dispensario de Electroterapia en Barcelona.

Técnicas de tratamiento tradicionales

- Trepanación
- Electroconvulsivoterapia
- Psicocirugía
- Psicofarmacología...

Técnicas de exploración tradicional

- Pruebas de los nervios craneales (e)
- Pruebas de la función motora
- Pruebas de la función refleja
- Pruebas de la función sensitiva...

Técnicas de Condicionamiento





© DIT-AEPD Luis de Salvador

2

EL MARCO GENERAL DE LOS NEUROTRATAMIENTO

A través de neurotecnologías



Investigación neurocientífica

- Prótesis
- Restaurar sentidos como la vista o el oído
- Ayudar a la vida de las personas que sufren una limitación ...

Uso clínico (bajo supervisión profesional)

- EMT para el tratamiento de la migraña o estimulación contra el Parkinson.
- Psicología: insomnio, adicciones, depresión...



© DIT-AEPD Luis de Salvador

Otros

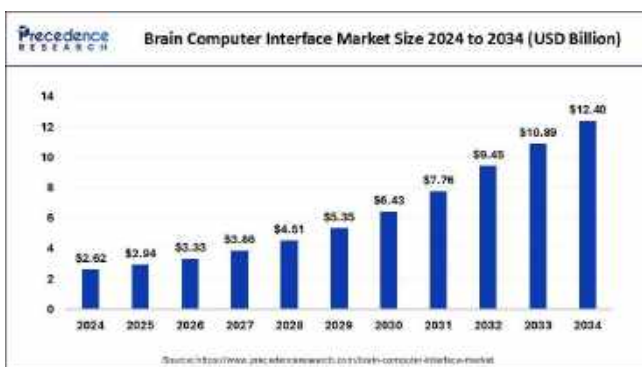
- Bienestar "wellness"
- Juegos, realidad aumentada
- Neuromarketing
- Educación
- Recursos humanos
- Vigilancia laboral

- Aplicación de la ley, fronteras
- Robótica
- Seguridad
- Militar
- Neuromejora
- ¿Servicios de adultos?...

3

EL MARCO GENERAL DE LOS NEUROTRATAMIENTO

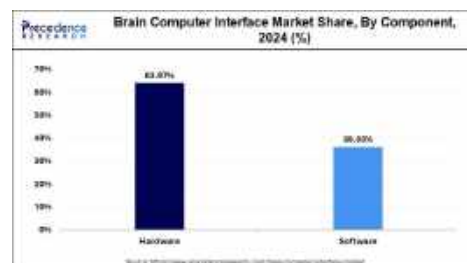
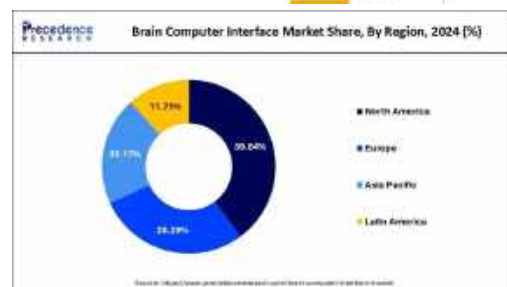
MERCADO DE BCIs Brain Computer Interfaces



Fuente: <https://www.precedenceresearch.com/brain-computer-interface-market>

Punta del iceberg del mercado de neurodatos
Neurodatos es más que BCIs

© DIT-AEPD Luis de Salvador



4

EL MARCO GENERAL DE LOS NEUROTRATAMIENTO

Mercado de BCIs - Estandarización



• ISO/IEC JTC 1/SC 27
ISO 27574 (Privacy in Brain Computer Interfaces)

• ISO/IEC JTC 1/SC 43
Brain-computer interfaces
<https://www.iso.org/committee/9082407.html>

[ISO/IEC TR 27599:2025](#)
Information technology — Brain-computer interfaces — Use cases

[ISO/IEC CD 8663](#)
Information technology — Brain-computer interfaces — Vocabulary

[ISO/IEC CD TS 27571](#)
Information technology — Brain-computer interfaces — BCI data format for non-invasive brain information collection

[ISO/IEC CD 27572](#)
Information technology — Brain-computer interfaces — Reference architecture

Interoperabilidad de datos

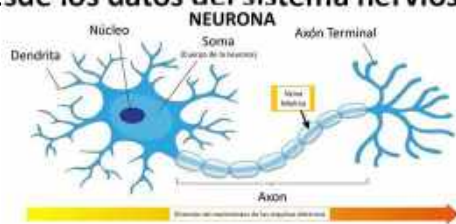
Las iniciativas de estandarización no son neutrales
Intereses empresariales o estatales

© DIT-AEPD Luis de Salvador

5

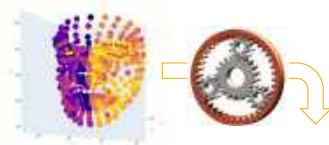
APROXIMACIONES

Desde los datos del sistema nervioso



Neurodatos de Primer Orden

Datos recopilados directamente de la estructura o actividad neuronal (incluidos el cerebro y el sistema nervioso periférico).



Neurodatos de Segundo Orden

Inferencias realizadas sobre dichos datos. Técnicas: desde proceso de señal a IA.

Podría tratarse de inferencia sobre el control de un parte de nuestro cuerpo, salud física, el estado físico, el razonamiento y la resolución de problemas, el estado mental, la toma de decisiones, la comprensión, la recuperación de la memoria, la percepción, el lenguaje, las emociones, la actitud, el pensamiento, qué recuerdos permanecen, etc., incluyendo la firma digital cerebral

Neurodatos de Tercer orden

Datos inferidos a partir de las respuestas biológicas a la actividad neuronal, y que se derivan de partes del cuerpo que no son el cerebro o el sistema nervioso.

Pueden ser mediante técnicas biométricas, conductuales, antropométricas, fenotípicas, etc.

© DIT-AEPD Luis de Salvador

6

APROXIMACIONES

Desde el tipo de neurotecnología

Neurotecnología

Dispositivos y procedimientos que recogen de (o emiten información al) sistema nervioso, con el objetivo de **recopilar** información, **controlar** interfaces o dispositivos, o **modular** la actividad neuronal.

Medios eléctricos, magnéticos, ultrasonidos, ópticos, rayos X y otros.

- Neurotecnologías **implantables (invasivos)**
 - “**Semi-invasivas**” colocación epidural o subdural cerca de la corteza para reducir. Con riesgos quirúrgicos, ya que requiere cirugía para abrir el cráneo.
- Neurotecnologías “**no implantables/ no invasivas**” (wearables)



Actualmente, el área más importante de nuevas aplicaciones es la de las tecnologías no implantables/semi-invasivas en casos de uso no clínico (servicios de consumo) fuera del marco regulatorio sanitario/investigación.

© DIT-AEPD Luis de Salvador

7

APROXIMACIONES

Basadas en las operaciones

Técnicas de **lectura** o “**neuroimagen**”

Permiten observar la estructura o el funcionamiento del cerebro y describir o medir su actividad, discriminando entre distintas operaciones.
Con neurotecnologías

Técnicas de **neuroestimulación-modulación**

Alteran o modulan el comportamiento del individuo, bien a través de la **la inhibición o la estimulación de partes específicas del cerebro.**

O bien a técnicas psicológicas, ciencias cognitivas y métodos educativos

Basadas en las inferencias

Técnicas de **inferencia**

- Derivan información a partir de los neurodatos Y/O otros.
- Permiten determinar una acción de control, perfilar individuos, inferir información sobre actitud, emoción, pensamiento, salud, detectar tendencias y conocimientos, emitir valoraciones, singularizar-identificar.

© DIT-AEPD Luis de Salvador

8

APROXIMACIONES

Basadas en el control por el sujeto

En función del control humano:

- De **circuito abierto**: las personas eligen cuándo realizar una intervención o acción a través de un dispositivo.
- De **circuito cerrado**: operan de forma autónoma, reaccionando o ingresando en función de la fuerza de su programación y procesamiento algorítmico.
 - **Activos** actúan sobre una tarea o estímulo deliberado, como el movimiento de los dedos o el cálculo mental.
 - **Reactivos** actúan sobre una **señal externa**, como música, imágenes, o incluso una pregunta.
 - **Pasivos** registran las respuestas subconscientes, no solicitadas y más generalizadas de una persona, como los niveles de fatiga o la capacidad de atención.

© DIT-AEPD Luis de Salvador

9

CASO DE USO

Ámbito laboral



<https://www.weforum.org/videos/davos-am23-ready-for-brain-transparency-english/>

© DIT-AEPD Luis de Salvador

Control laboral de los niveles de motivación, concentración, productividad, el rendimiento, atención, estrés, decisiones algorítmicas sobre los trabajadores, ...

¿Se podría obligar a los trabajadores a utilizar esos dispositivos en contra de su voluntad, por ejemplo, en caso de los trabajadores que tengan una limitación sensorial?



10

NEUROCOSMÉTICA



“cosméticos neurotecnológicos” (“neurocosméticos” o “cosméticos neuroactivos”)

Productos que van más allá de las funciones cosméticas tradicionales al dirigirse al sistema nervioso de la piel para brindar beneficios estéticos y emocionales, mediante sustancias neuroactivas.



Figure 53 Non-invasive BCI (monitoring) - BCI for personalized cosmetics

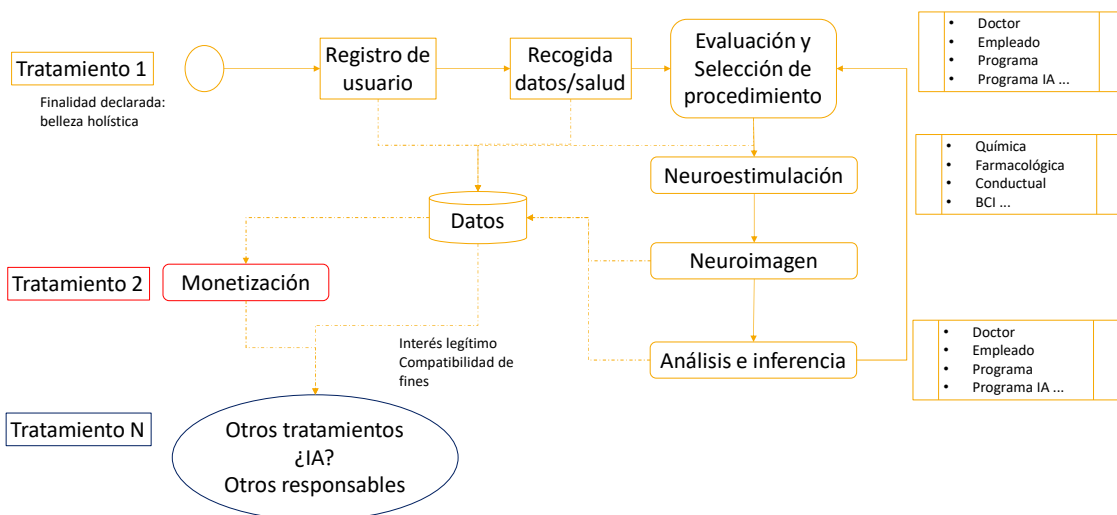
Complementados con neurotecnología moderna, el EEG y la analítica impulsada por IA, para:

- Medir las respuestas emocionales en tiempo real a los productos cosméticos
- Cuantificar el impacto fisiológico y psicológico del cuidado de la piel
- Desarrollar y recomendar soluciones personalizadas basadas en datos del cerebro y la piel.
- Belleza holística cambiando de la apariencia al bienestar general, integrando experiencias sensoriales y beneficios emocionales en las rutinas diarias.

© DIT-AEPD Luis de Salvador

11

Neurocosmética



© DIT-AEPD Luis de Salvador

12

TERAPIA ONLINE

¿Qué es lo importante? ¿La tecnología utilizada o la información inferida y el impacto de esa información?

Fotopletismografía remota (rPPG).

Mide latidos del corazón por variaciones de color de la piel .

+ Analisis de emociones y sentimientos

Sistemas de reconocimiento emocional

© DI

13

APROXIMACIÓN INTEGRAL

PRODUCTO/SERVICIO

- NEURODATOS
- NEUROTecnologías
- OPERACIONES
- CONTROL USUARIO
- OTRAS TÉCNICAS DE RECOGIDA DE INFORMACIÓN MENTAL
- TÉCNICAS DE INFERENCIA
- DOMINIOS Y CASOS DE USO
- FINALIDADES
- OTROS ASPECTOS

Datos biométricos cognitivos (UNESCO 2024)

- Para referirse a la generación de datos que emerge de la combinación de neurodatos de **distintos ordenes**.
- Enfatizando específicamente los orígenes **biométricos y biosensoriales** de los datos.

Datos mentales

- Datos relacionados con las propiedades **psicológicas** (emociones, pensamientos, gustos, preferencias, etc).
- Que se podrían inferir o influir con distintos medios.

© DIT-AEPD Luis de Salvador

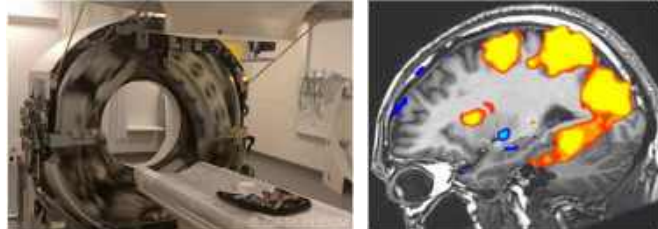
14

NEUROTECNOLOGÍAS

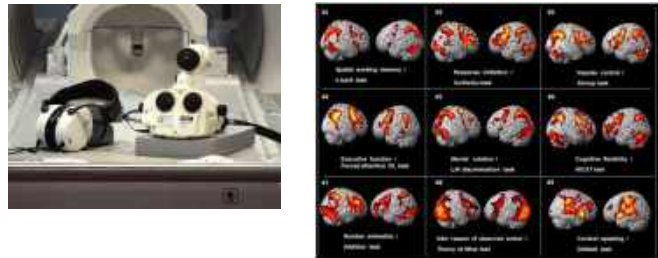
No invasivas Lectura/Escritura



Magnetic resonance imaging (MRI).
 Detección de cambios en el flujo sanguíneo.
 Orientada a determinar la estructura cerebral.



Functional magnetic resonance imaging (fMRI)
 Orientada a estudiar las funciones cerebrales.
 Funciona identificando las áreas del cerebro que están más activas durante tareas o estímulos específicos.



No wearable, por ahora.

© DIT-AEPD Luis de Salvador

15

Neurotecnologías

No invasivas Lectura



Magnetoencefalografía (MEG),

Magnetómetros de alta sensibilidad colocados en el cuero cabelludo, detecta campos magnéticos muy pequeños producidos por las corrientes eléctricas de las poblaciones de neuronas.

MEG



Fuente: BCBL. BASQUE CENTER ON COGNITION, BRAIN AND LANGUAGE - 2025

MEG (OPM-MEG)

MEG con magnetómetros de bombeo óptico. Utilizan sensores que utilizan propiedades cuánticas de los átomos para medir campos magnéticos muy pequeños. No requieren refrigeración.

Más precisa en comparación con el EEG.
 No wearable.



OPM-MEG

© DIT-AEPD Luis de Salvador

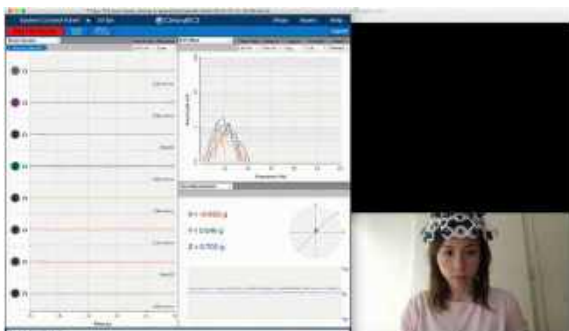
16

Neurotecnologías No invasivas Lectura

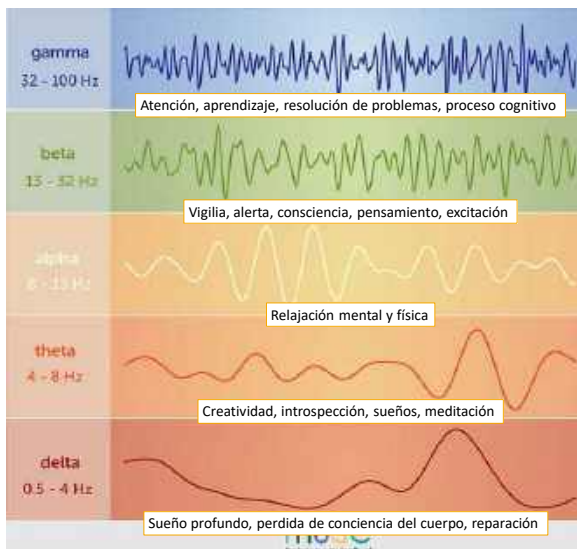


EEG (Electroencefalograma)

Registra la actividad eléctrica del cerebro. Utiliza pequeños electrodos colocados en el cuero cabelludo para detectar las señales eléctricas producidas por el cerebro.



© DIT-AEPD Luis de Salvador



17

Neurotecnologías No invasivas Lectura



EEG (Electroencefalograma)

Registra la actividad eléctrica del cerebro. Utiliza pequeños electrodos colocados en el cuero cabelludo para detectar las señales eléctricas producidas por el cerebro.



Emotiv



AAVAA



Neurable



Apple Vision Pro



Google

© DIT-AEPD Luis de Salvador

18

Neurotecnologías No invasivas Lectura



Espectroscopia funcional de infrarrojo cercano (fNIRS)

Mide los cambios en el flujo sanguíneo revelados por la luz infrarroja cercana que brilla a través del cráneo.

Se pueden hacer inferencias más detalladas sobre de qué parte del cerebro proviene la señal en comparación con el EEG .



Kernel



Mendi



© DIT-AEPD Luis de Salvador

Neurotecnologías No invasivas Estimulación/modulación



Estimulación eléctrica transcraneal

Aplican corriente continua (tDCS) o corriente alterna (tACS) entre dos electrodos colocados en el cuero cabelludo.

Induce cambios subumbrales en la excitabilidad de las neuronas, lo que las hace más o menos propensas a dispararse.

Aplicaciones:

Mejorar el aprendizaje, alterar aspectos del funcionamiento cognitivo y mejorar los síntomas de los trastornos clínicos.

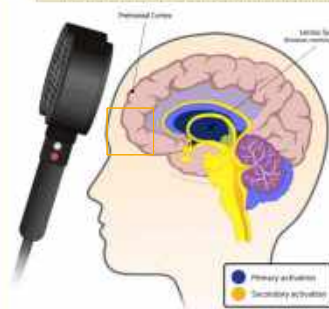
No es focal ni alcanza a aspectos profundos del cerebro.



Estimulación magnética transcraneal (EMT).

Induce una corriente eléctrica en el cerebro mediante una bobina electromagnética en el cuero cabelludo.

Puede tener un efecto inhibitorio o excitador en el cerebro.



TMS – Bluebell Health

Estimulación Transcraneal por Ultrasonido (TUS)

Proporciona una estimulación muy focalizada de las estructuras profundas del cerebro mediante ultrasonido de baja frecuencia.

Podría desplazar a las técnicas de estimulación cerebral profunda implantada

© DIT-AEPD Luis de Salvador

Neurotecnologías

Invasivas Lectura/Estimulación

Matrices de microelectrodos penetrantes/intracorticales BrainGate

Los electrodos penetran aproximadamente 1 mm en la superficie del cerebro.
Detectan la activación neuronal y la transmiten por cable o inalámbrico.

Neuropixel

Sondas de un solo electrodo que se insertan en la corteza con un denso número de sitios de registro.



© DIT-AEPD Luis de Salvador

21

Neurotecnologías

Invasivas Lectura/Estimulación

Stentrode – Synchron

Stents que incluyen electrodos.
Se inyectan a través de un catéter a través de la vena yugular en el cuello sobre la corteza motora y somatosensorial del cerebro
Registan los cambios en el flujo sanguíneo.



May 13, 2025 9:00 AM Eastern Daylight Time

**Synchron To Achieve First Native
Brain-Computer Interface
Integration with iPhone, iPad and
Apple Vision Pro**



© DIT-AEPD Luis de Salvador

22

Neurotecnologías

Invasivas Lectura/Estimulación

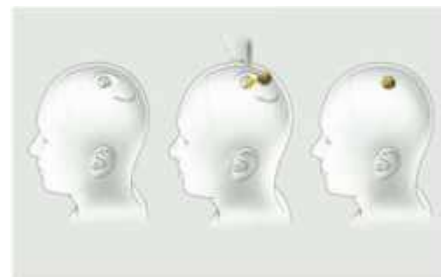
The Link – Neuralink

Un 'encaje neural' con pequeños hilos de polímero que contienen electrodos.

Actualmente se está utilizando en los ensayos clínicos con 64 hilos.

El dispositivo es implantado por un robot neuroquirúrgico, junto con un neurocirujano.

A finales de 2024, dos pacientes habían estado utilizando este dispositivo para las BCI.



© DIT-AEPD Luis de Salvador

23

Neurotecnologías

Dispositivos de interfaz de nervio periférico (PNI)

PNI: sistema nervioso fuera del cerebro y la médula espinal:

- Transmite señales motoras desde el sistema nervioso central a los músculos.
- Recoge información sensorial (tacto, temperatura, dolor) del cuerpo hacia el cerebro.

Opciones:

- Electrodo de superficie (**no invasivos**), colocados sobre la piel.
- Electrodo perineural (**semi-invasivos**), se colocan alrededor del nervio, sin penetrarlo, como "cuff electrodes" (mangitos).
- Electrodo intraneural (**invasivos**), penetran el nervio periférico para mayor resolución, como TIME (Transverse Intrafascicular Multichannel Electrode) o como LIFE (Longitudinal Intrafascicular Electrode).

Singularidades con respecto a BCI:

- Restauración de la sensibilidad
 - Generar sensación táctil en miembros amputados o áreas paralizadas.
- Terapia del dolor,
- Control visceral y sexual
 - Restaura funciones viscerales (como vejiga) o incluso experimentar o modular sensaciones sexuales en personas con disfunción eréctil, lesiones medulares, etc.
 - En combinación con otros se podría estimular de forma selectiva los nervios pudendos o sacros para generar sensaciones eróticas. (sestech)



© DIT-AEPD Luis de Salvador

24

Neurotecnologías

Dispositivos de interfaz de nervio periférico (PNI)

Biosensores de grafeno



Grafeno

Material compuesto por una sola capa de átomos de carbono. Excepcionalmente conductor, transparente, ligero, fuerte y flexible. Dentro de un tatuaje electrónico, es imperceptible incluso para el usuario.

© DIT-AEPD Luis de Salvador

25

COMBINACIÓN DE TÉCNICAS

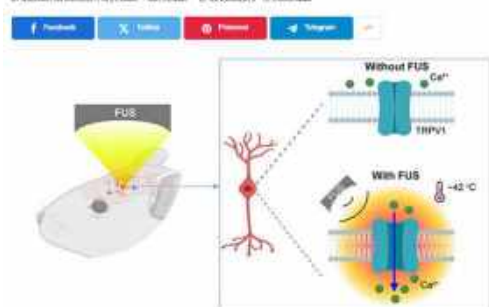
Neurotecnología y genética

Ultrasonidos + termogenética



Sonothermogenetics Can Control Behavior by Stimulating a Specific Target Deep in the Brain

BY NEUROSCIENTIST BERNHARDT DE LA LIZUEVA - MAY 15, 2022 | NO COMMENTS | 5 MIN READ



A new tool combines ultrasound and genetics to activate deep brain neurons. Credit: Washington University in St. Louis

New Tool Combines Ultrasound, Genetics to Activate Deep Brain Neurons



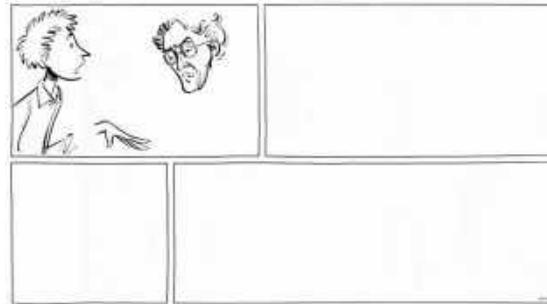
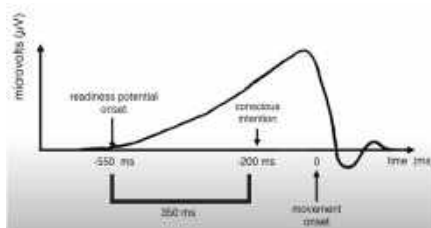
© DIT-AEPD Luis de Salvador

26

ATRIBUTOS SINGULARES DE LOS NEURODATOS DE PRIMER ORDEN

Precognitivos

Ofrecen información sobre los procesos cognitivos antes de que se manifiesten conductualmente y antes de que un pensamiento no exteriorizado aflore en la mente.



Libet vs Aaron Schurger y Uri Maoz

© DIT-AEPD Luis de Salvador

27

Atributos singulares de los neurodatos de primer orden

Experimento de W. Grey Walter

- Los pacientes a los que implantó unos electrodos en el córtex motor.
- Cada paciente mirara unas diapositivas proyectadas desde un proyector de carrusel. El paciente podía hacer avanzar el carrusel cuando quería presionando un botón en el mando de control.
- Sin que lo supiera el paciente, sin embargo, el botón del mando no funcionaba.
- Lo que hacía avanzar las diapositivas era la señal amplificada proveniente del electrodo implantado en el cerebro del paciente.
- Se veían sorprendidos por que les parecía que el proyector de diapositivas se anticipaba a sus decisiones.
- Relataban que justo en el momento en que estaban «a punto» de presionar el botón, pero antes de que realmente lo hubieran decidido, el proyector avanzaba la diapositiva.



© DIT-AEPD Luis de Salvador

28

Atributos singulares de los neurodatos de primer orden



Los datos neuronales poseen **valor proposicional y semántico**.

Proposicionalidad

Más allá de las meras entradas sensoriales o salidas motoras se desvelan conceptos, pensamientos e intenciones abstractas.

Dar capacidad de acceso al contenido proposicional de los estados mentales, a partir de las representaciones simbólicas codificadas dentro de las redes neuronales del cerebro

Desvelar capas metacognitivas.

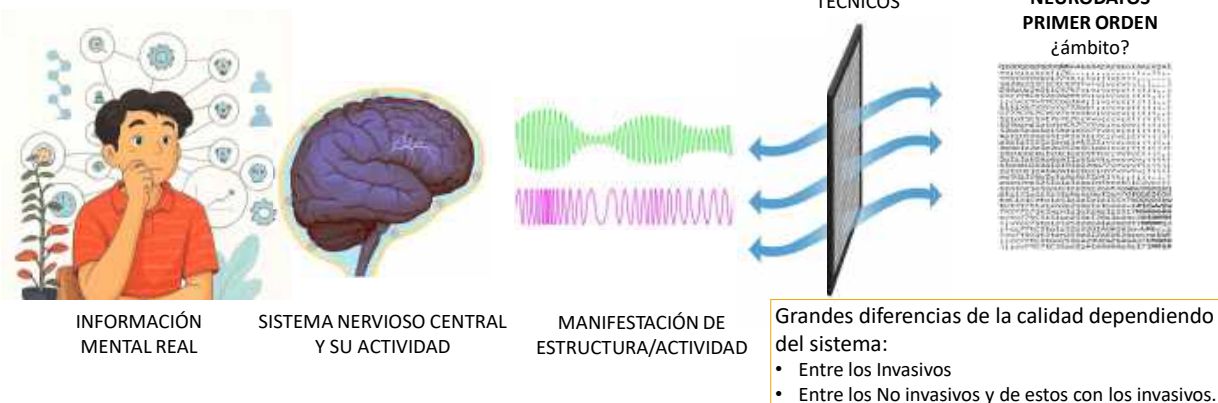
Dar acceso a funciones cognitivas de orden superior y la capacidad del cerebro para la autoconsciencia, la autorreflexión, la introspección, el seguimiento y la toma de decisiones estratégicas.

¿Solo los de primer orden?

© DIT-AEPD Luis de Salvador

29

CALIDAD DE DATOS Datos de PRIMER orden



Calidad en el tratamiento como un todo, no aislados:


- Combinados con aspectos contextuales: disciplinas de neurocondicionamiento, farmacológicos, genéticos, medidas antropométricas y fenotípicas, biometría, etc incluyendo el placebo.
- Teniendo en cuenta la diversidad de los seres humanos, incluidos los marcos temporales.


© DIT-AEPD Luis de Salvador

30


CALIDAD DE DATOS

Datos de SEGUNDO orden






INFORMACIÓN MENTAL REAL





INFORMACIÓN MENTAL INFERIDA



NEURODATOS SEGUNDO ORDEN

NEURODATOS PRIMER ORDEN

INFERENCIAS BASADAS EN CORRELACIONES

Establecer **correlaciones estadísticas fiables** entre:

- patrones de actividad cerebral, función y estructura, por un lado,
- y la información mental, por el otro.


Peligro de simplificación de un sistema muy complejo

- En los procesos mentales influyen aspectos contextuales, metabólicos, hormonales, que involucran interacciones bioquímicas complejas.
- El ¿segundo cerebro?

© DIT-AEPD Luis de Salvador


31

Idoneidad del tratamiento

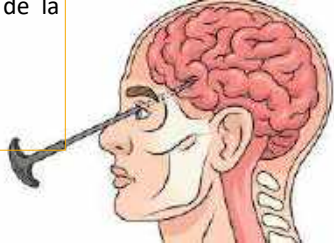


¿Realmente el neurotratamiento consigue los efectos prometidos?

- Debe existir evidencia científica altamente contrastada
- Fuera de modas (incluso científicas)
- El grado de idoneidad puede ser determinante para la evaluación de la proporcionalidad:
 - Riesgos de sus posibles efectos secundarios
 - Consecuencias a largo plazo y su posible irreversibilidad.
 - En particular en la neurotecnología de consumo.



© DIT-AEPD Luis de Salvador



Neurólogo Clínico Egas Moniz


Las autoridades reguladoras nacionales deberían considerar los efectos potenciales de un mal uso para la salud mental, que pueden ser graves.

Comité Internacional de Bioética UNESCO 20202

32

NEURODATOS COMO IDENTIFICADORES

Como caso de uso y como impacto



Las "huellas dactilares cerebrales"

- Patrones neurológicos únicos detectables.

Singularidades:

- La **anatomía estructural**: grosor de la corteza cerebral, la distribución de la materia gris/blanca,... Muy singular y estable a lo largo del tiempo, moldeada por la genética y las experiencias de toda la vida.
- La **conectividad funcional**: cómo interactúan las regiones cerebrales, puede variar a corto plazo.

Factores que lo pueden alterar la identificación::

- El aprendizaje, el trauma o el desarrollo de habilidades (por ejemplo, tocar un instrumento), enfermedades motoras.
- Entornos controlados NO controlados, fatiga, el estrés, medicación...
- Estado de la técnica

Cuestiones:


- Vida del dato
- Vinculación de identificadores

© DIT-AEPD Luis de Salvador

33

Neurodatos como identificadores

Singularización



"Single-out" (o "individualización") se refiere a la capacidad de distinguir o aislar a una persona dentro de un conjunto , incluso si su identidad no se revela explícitamente.



P300 MERMER


Memory and Encoding Related Multifaceted Electroencephalographic Response)
 Detección de información oculta usando EEG (electroencefalografía).



© DIT-AEPD Luis de Salvador

34

POLÍGRAFOS



Los métodos de detección de mentiras basados neurodatos están diseñados para medir la actividad neuronal asociada con el engaño. Son más resistentes a las contramedidas fisiológicas clásicas utilizadas contra los polígrafos tradicionales.

Existen técnicas de autocondicionamiento mental para desafiar los enfoques del polígrafo basados en el cerebro entre un 20 y 100%. (automodulación ante una amenaza neurotecnológica)

Hacer que los elementos irrelevantes sean significativos
Al asociar un significado personal o emocional a los elementos de control (irrelevantes), los individuos pueden difuminar la distinción neuronal entre "sondeo" (información oculta) y estímulos irrelevantes.

Centrarse en los rasgos superficiales
En lugar de pensar en el significado o la familiaridad de un elemento de sondeo, centrarse en sus aspectos superficiales (por ejemplo, el color, la forma). Reduce la respuesta de reconocimiento del cerebro y el carácter distintivo de la firma neuronal asociada con el engaño.


Distracción mental y doble tarea
Participar en una tarea mental secundaria o distraerse deliberadamente puede interferir con los procesos cognitivos en los que se basan los sistemas cerebrales para detectar el engaño.

Contramedidas físicas
Incluso las acciones físicas pequeñas e imperceptibles (como los movimientos sutiles de los dedos de las manos o de los pies) pueden alterar la precisión de la detección de mentiras basada en la resonancia magnética funcional.


© DIT-AEPD Luis de Salvador


35

Polígrafos



Autocondicionamiento y autocensura inconsciente





Referencias:

- Panoptico (XVIII)
- Michel Foucault, *Vigilar y castigar* (1975)

© DIT-AEPD Luis de Salvador

36

Polígrafos

IA y RIA



Reglamento (UE) 2024/1689 Anexo III

6. Garantía del cumplimiento del Derecho, en la medida en que su uso esté permitido por el Derecho de la Unión o nacional aplicable:

b) Sistemas de IA destinados a ser utilizados por las autoridades garantes del cumplimiento del Derecho, o en su nombre, o por las instituciones, órganos y organismos de la Unión en apoyo de las autoridades garantes del cumplimiento del Derecho como **polígrafos o herramientas similares**

7. Migración, asilo y gestión del control fronterizo, en la medida en que su uso esté permitido por el Derecho de la Unión o nacional aplicable:

a) Sistemas de IA destinados a ser utilizados por las autoridades públicas competentes, o en su nombre, o por las instituciones, órganos y organismos de la Unión, como **polígrafos o herramientas similares**.

© DIT-AEPD Luis de Salvador

37

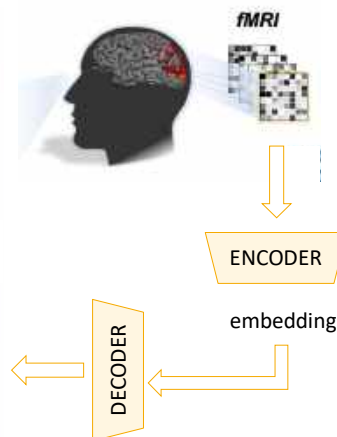
IA + NEUROTECNOLOGÍA



Mind-Vis

2022, Chen et al.

Utilización de IA para inferencia de imagen percibida a partir de la lectura con resonancia magnética.



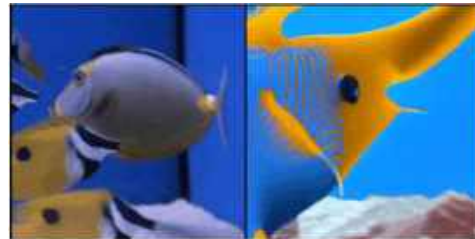
© DIT-AEPD Luis de Salvador

38

IA + Neurotecnología

Mind-Video

2023, Chen et al.
 El sujeto está visionando un video y el modelo intenta reconstruir el video.



© DIT-AEPD Luis de Salvador

39

IA + Neurotecnología

PRÁCTICAS PROHIBIDAS RIA ART.5

Reglamento (UE) 2024/1689 Artículo 5 Prácticas de IA prohibidas

1.a) Técnicas subliminales, manipuladoras, engañosas, alterar comportamiento de personas o colectivos.

Técnicas deliberadamente manipuladoras o engañosas con el objetivo o el efecto de **alterar de manera sustancial** el comportamiento de una **persona o un colectivo de personas** que provoque, o sea razonablemente probable que provoque, **perjuicios** considerables a esa persona, a otra persona o a un colectivo de personas.

Claves

- Evaluar el tratamiento en función de su finalidad última.
- ¿Sistema de IA?
- Cascada de correlaciones
- Sesgo, transparencia, trazabilidad...

- La clave radica en si el sistema menoscaba de manera apreciable la capacidad de las personas para tomar decisiones informadas (nº 84) el grado de control del usuario sobre la información que recibe.
- Un sistema de IA puede ser legal en un entorno y prohibido en otro, dependiendo de la capacidad de la persona afectada para detectar y resistir la influencia que ejerce el sistema.
- También, la variabilidad en la prohibición de técnicas subliminales en función del tipo de estímulo.
- La inmersión en realidad virtual o **interfaces cerebro-máquina** amplifica la influencia de la IA, reduciendo la capacidad de discernimiento del usuario y aumentando el riesgo de manipulación encubierta.

40

IA + Neurotecnología

Caso de proyecto – Sandbox - Neurotecnologías de consumo



Sistema	CL@UDIA
Entidad	BIT&BRAIN TECHNOLOGIES, S.L
¿Está comercializado?	Sí
Enlace web	https://www.bitbrain.com/es/productos-neurotecnologia/software/herramientas-de-programacion - Aplicaciones de interfaz cerebro-computadora
¿Tratan datos personales?	Sí, el sistema trata datos personales. Utiliza información capturada a través de dispositivos para analizar patrones de sueño y detectar posibles trastornos. Esto implica el tratamiento de datos fisiológicos y de comportamiento del usuario, lo que conlleva el tratamiento de datos personales sensibles.
Breve descripción	Utiliza inteligencia artificial para la ayuda, tratamiento y prevención de problemas del sueño . Recoge datos multimodales obtenidos mediante sistemas de adquisición wearables utilizados por los usuarios en su propia casa , permitiendo una monitorización precisa y personalizada del sueño.

© DIT-AEPD Luis de Salvador

41

CUESTIONES SOBRE LOS DERECHOS FUNDAMENTALES

Desafíos que presenta el tratamiento de neurodatos



Las neurotecnologías pueden **poner en cuestión** el **concepto** mismo de los principios fundacionales de los **derechos humanos**, pues de forma general:

- a) permiten la **exposición de los procesos cognitivos**;
- b) permiten la **alteración** directa de los **procesos mentales** y de los **pensamientos** de una persona;
- c) **eluden el control voluntario** o consciente de la persona;
- d) permiten un **acceso externo no consentido a los pensamientos**, las emociones y los estados mentales;
- e) son alimentadas por "neurodatos", que son necesarios para su propio funcionamiento, calibrado y optimización ; y
- f) reúnen, analizan y procesan grandes conjuntos de **datos personales de carácter muy sensible**.

ONU-2024

© DIT-AEPD Luis de Salvador

42

CUESTIONES SOBRE LOS DERECHOS

Libertad de Pensamiento



Objeto: Proteger el fuero interno, el **reino psicológico interior** de la persona, donde se forman los pensamientos y las convicciones.

No admite ninguna interferencia y debe protegerse de manera incondicional, es un **derecho absoluto**.

Aunque **no se revelen pensamientos "reales"**, pero aproximarse a "leer el pensamiento" tiene también sus implicaciones.

Riesgos:

- **Criminalización** de meros pensamientos
- **Decisiones preventivas** antes de que se pase a la acción (Minority Report)
- Interferir con las personas y **manipularlas** (lavado de cerebro)
- Estrategias de "**neuromarketing**".
- **Impacto adictivo/compulsivo** manipulando los circuitos neuronales de recompensa (neurojuegos)

© DIT-AEPD Luis de Salvador

43

Cuestiones sobre los derechos

Derecho a la privacidad



- Interferir con el derecho a adoptar decisiones autónomas sobre la propia vida, sin interferencia externa o intimidación (privacidad de las decisiones),
- Uso no autorizado de la información personal que se ha obtenido.
- **Revelar aspectos de la identidad y la personalidad de los individuos**, como la orientación sexual, los rasgos de personalidad y el desempeño cognitivo, así como estados mentales como intenciones, creencias y emociones.
- **Discriminación** entre las personas sobre la **base de su "neuroperfil"** o firma mental, lo cual permite decisiones (por ejemplo, cobertura de seguros) que pueden tener un efecto negativo para los intereses y los derechos del sujeto de los datos.
- **Herramienta de vigilancia** por las autoridades nacionales o por actores privados en el lugar de trabajo, en entornos educativos o en la esfera privada

Cuestión sobre la **validez del consentimiento informado** cuando:

- Los **efectos potenciales** a largo plazo son en gran medida **desconocidos**
- Es posible **eludir el nivel de razonamiento consciente** y dejar a las personas sin protección psicológica

© DIT-AEPD Luis de Salvador

44

Distintas cuestiones



Creación de nuevas vulnerabilidades

No existen personas que no se adaptan a una tecnología.
Existen servicios basados en tecnologías que no se adaptan a la diversidad de personas.
Combatir los **estereotipos** y el **capacitismo** que deja de lado a las personas que no se adaptan a un servicio.
El obligar a las **personas con discapacidad** con relación a un servicio a utilizar las neurotecnologías de manera no voluntaria (p. ejemplo trabajo)

Modelo Worldcoin/cookies para neurodatos

La legislación o los marcos de protección de datos deben prohibir la práctica de **vincular el acceso a bienes o servicios a la divulgación de datos neuronales**. exigir la inclusión explícita en cualquier intercambio de datos, y prohibir el uso de dichos datos para publicidad dirigida sin el consentimiento previo libre e informado de la persona".
(UNESCO 2025).

© DIT-AEPD Luis de Salvador

Tratamientos "neurocorrectivos"

Incluirlos en la **prohibición de la tortura** y de los **tratos o penas** crueles, inhumanos o degradantes.

La **prohibición de neurointervenciones coercitivas**, reforzando asimismo el **derecho a negarse** al uso de las neurotecnologías como atributo esencial de ese derecho (ONU 2024)

Derecho a un juicio imparcial y garantías procesales esenciales

La capacidad para dar su consentimiento válido y, en particular, las personas privadas de libertad.

Utilizarse sin vulnerar el derecho de la persona a las debidas garantías procesales, presunción de inocencia y el derecho a no autoincriminarse.

45

Derecho al disfrute del nivel más alto posible de salud física y mental



El uso de neurotecnologías ofrece grandes perspectivas

- Para la protección de la salud mental
- Para la promoción de autonomía personal



Es necesario garantizar que los beneficios de aplicaciones concretas no estén lastrados por vicios de diseño y redes de intereses del mercado que provocan:

- Efectos colaterales intrínsecos a un servicio concreto.
- Perjuicios no proporcionales a los beneficios potenciales
- Menor acceso a servicios de calidad por sectores vulnerables
- Creación de nuevas clases de discriminación
- Beneficios sustanciales se dejan de lado por objetivos a corto plazo
- Provocar limitación en su empleo, desconfianza de los usuarios, rechazo por la sociedad civil

Otros riesgos que pudieran ser asumibles en la esfera médica

....

Distinto en el caso de productos dirigidos al consumo que se promueven con fines de "mejora cognitiva" de **personas sanas**.

© DIT-AEPD Luis de Salvador


46

NEURODERECHOS

En un vistazo

Privacidad Mental
Privacidad de la información mental consciente e inconsciente.


Acceso Equitativo
Igualdad para disfrutar de los beneficios reales por quien más los necesita, sin pagar peajes a los derechos y libertades.



Integridad mental
Proteger la identidad personal e impedir la alteración de la personalidad.

Libertad de Pensamiento
Derecho absoluto en riesgo por el control, la censura, la autocensura, la manipulación y la adicción.

No discriminación
Por la información obtenida, inferida, sesgada o por ignorar la diversidad humana (capacitismo).

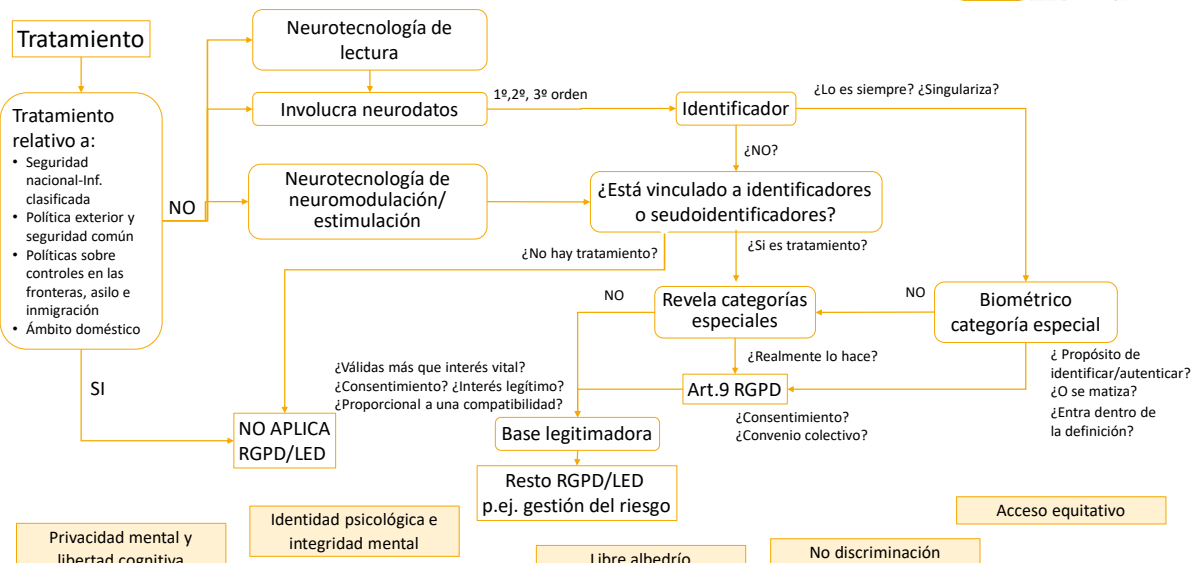



© DIT-AEPD Luis de Salvador

47

¿ES SUFICIENTE LA NORMATIVA DE PROTECCIÓN DE DATOS?

RGPD/LED de tratamientos neurológicos basados en tecnologías digitales





Privacidad mental y libertad cognitiva

Identidad psicológica e integridad mental

Libre albedrío

No discriminación

Acceso equitativo

© DIT-AEPD Luis de Salvador

48

Fantasmas, avatares y gemelos digitales

LOPDGDD
Artículo 3. Datos de las personas fallecidas.

1. Las **personas vinculadas al fallecido** por razones familiares o de hecho así como sus herederos **podrán dirigirse al responsable o encargado del tratamiento** al objeto de solicitar el **acceso** a los datos personales de aquella y, en su caso, su **rectificación o supresión**.

Como excepción, las personas a las que se refiere el párrafo anterior no podrán acceder a los datos del causante, ni solicitar su rectificación o supresión, cuando la persona fallecida lo hubiese prohibido expresamente o así lo establezca una ley.

Caso Henrietta Lacks

Digital Resurrection



Silicon Intelligence
Super Brain
HereAfter AI ...

IA de Redes Neuronales Humanas



Cortical Labs

Human Brain Project



The Virtual Brain

© DIT-AEPD Luis de Salvador

49

Retos a la protección de datos en el tratamiento que incluye neurodato/neurotecnología

Dependen en gran medida de las aplicaciones de dominio / casos de uso

Legalidad

Transparencia

Riesgos para el derecho y las libertades

Privacidad por diseño/por defecto
(anonimización vs desidentificación)

Minimización de datos

Efectivas, necesarias y proporcionadas

Precisión de los datos

Filtraciones de datos y seguridad

Equidad y nuevas discriminaciones

Vulnerables: en particular menores

© DIT-AEPD Luis de Salvador

50

50

Mal uso de las neurotecnologías en consumo

Mejora y automejora de personas sanas



Silvia Inglese y Andrea Lavazza, **“What should we do with people who cannot or do not want to be protected from neurotechnological threats?”**

Frontiers in Neuroscience, vol. 15 (2021).

Caso:

Padres influenciados que ciertas neurotecnologías tal vez mejoren las capacidades intelectuales de los niños e imponerles su uso, a pesar de los riesgos

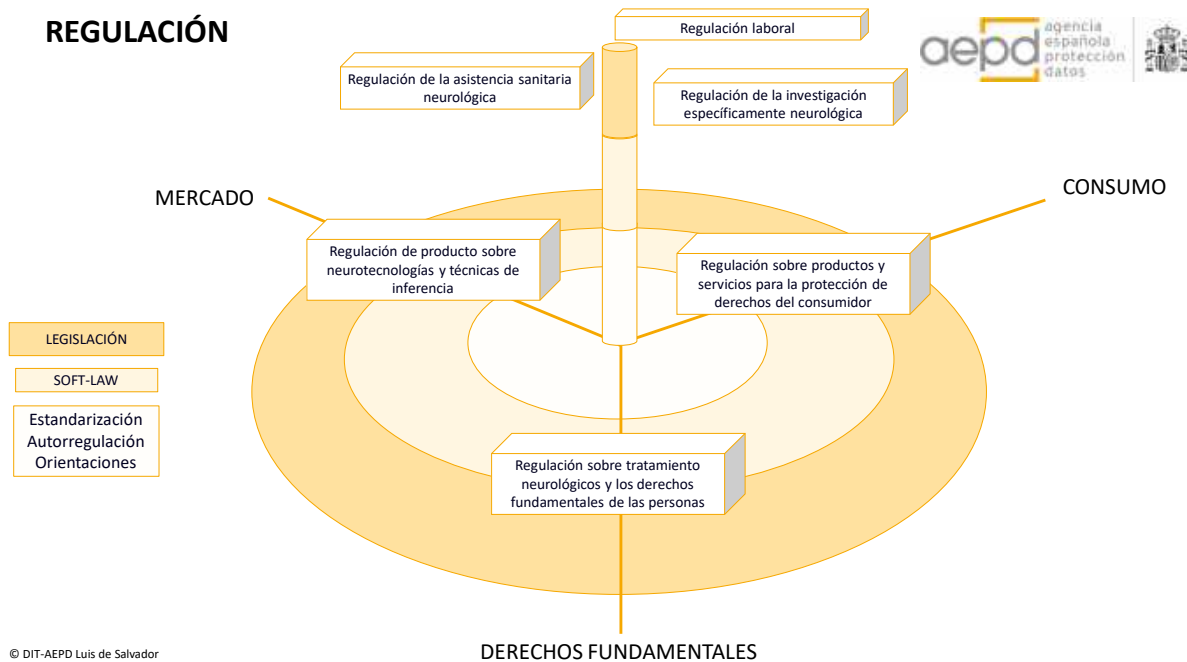
FOMO, Neofilia, Tecnofilia, Síndrome KNK



© DIT-AEPD Luis de Salvador

51


REGULACIÓN



© DIT-AEPD Luis de Salvador

52

ACCIONES REALIZADAS POR LA AEPD



EL IMPACTO DE LAS NEUROCIENCIAS Y LAS NEUROTECNOLOGÍAS EN EL DERECHO FUNDAMENTAL A LA PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES


ANÁLISIS JURÍDICO DEL TRATAMIENTO DE LOS DATOS CEBRANOS EN EL CONTEXTO DE LA RGPD (UE)

Temas y comunicación | Blog

Necesidades: privacidad y protección de datos personales (II)


Neurodatos: privacidad y protección de datos personales (II)

10 de Enero de 2023



© DIT-AEPD Luis de Salvador

- AEPD-UC3M Proyecto “El impacto de las neurociencias y las neurotecnologías en el derecho fundamental a la protección de datos personales” 2022
- AEPD Dos artículos Blog 2022-23
- AEPD-RIPD Dos declaraciones sobre neurodatos 2023-24
- AEPD-EDPS Techdispatch en neurodatos 2024
- AEPD-EDPS Podcast sobre neurodatos 2024
- AEPD-Grupo de Berlín Working Paper on “Emerging Neurotechnologies and data protection” 2025



DECLARACIONES DE LA RED IBEROAMERICANA DE PROTECCIÓN DE DATOS

DECLARACIONES DE LA RED IBEROAMERICANA DE PROTECCIÓN DE DATOS SOBRE NEUROTECNOLOGÍAS Y MEDICIONES EN EL SECTOR DE LA SALUD Y LA BIOMÉDICA EN EL MARCO DE LA SOSTENIBILIDAD DE PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES

INTRODUCCIONES


International Working Group on
Data Protection in Techology (IWGDPT)

Working Paper on
"Emerging Neurotechnologies and data protection"

Published 15th May 2025¹

53

ACCIONES EN CURSO EN LA AEPD



- Co-editores estándar ISO 27574 “Privacy in brain-computer interface (BCI) applications” con el Bureau of Indian Standards.
- Grupo neurodatos en la RIPD
- Colaboración con UN Human Rights Council Advisory Committee Workshop:
Ponencia invitada, "Guidelines for applying the existing human rights framework to the conception, design, development, testing, use and deployment of neurotechnologies", Mayo 2025, Berlín
- Colaboración con OECD en la definición de un trabajo conjunto sobre neurodatos en el lugar de trabajo.
- Publicación científica: Privacy threat model for BCIs

© DIT-AEPD Luis de Salvador

54

Conclusiones



Los tratamientos neurológicos, potenciados por la neurotecnología, abren un abanico de productos y servicios de **grandísimo valor para la salud y el progreso del ser humano**.

El análisis de casos de uso específicos de aplicaciones que usen neurotecnologías precisan de un **conocimiento profundo de las implicaciones y riesgos, personales y sociales**:

- De todos los elementos de tratamiento,
- Con la evidencia científica, de análisis holístico de derechos, del mercado y su idoneidad real.
- Principalmente, cuando hay un salto de las aplicaciones clínicas a los servicios de consumo.
- Incluidas las implicaciones de un tratamiento de datos mentales inferidos a partir de información biométrica más amplia (voz, movimientos oculares, forma de andar, análisis facial, etc.).

Garantizar la calidad del dato adecuado al caso de uso y al contexto

El RGPD aplica a los tratamientos neurológicos en cuanto tratan datos personales:

- Existe un marco de protección
- Pero la normativa de protección de datos no abarca toda su complejidad de los tratamientos neurológicos y el mercado de las neurotecnologías.

© DIT-AEPD Luis de Salvador

55

Conclusiones



Se debe exigir una **gestión responsable** y honesto del **riesgo legal** que implican las lagunas normativas actuales, y no utilizar políticas de hechos consumados.

Es un error de atribuir los potenciales beneficios de una tecnología a todas sus aplicaciones y casos de uso.

La tecnología no es culpable, ni en el caso de neurotecnologías:

- No cabe realizar un desvío de la responsabilidad a un ente sin personalidad.
- Ni justificar mala praxis en el diseño de productos y servicios

La tecnología es neutra, por tanto, no cabe confiar en la tecnología

- Confiar en un producto o servicio creado con unos intereses determinados no es confianza, es fe.
- Justificar cualquier empleo basado en los beneficios de un caso de uso específico, es un chantaje emocional.

© DIT-AEPD Luis de Salvador

56

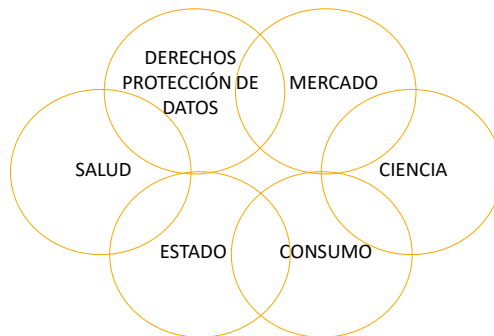
Conclusiones



“En el proceso de desarrollo de la tecnología, la comunidad tecnológica tiende a exagerar los beneficios de las tecnologías emergentes y al mismo tiempo a subestimar los riesgos.”

Efectos, oportunidades y retos de la neurotecnología en relación con la promoción y la protección de todos los derechos humanos ONU - Informe del Comité Asesor del Consejo de Derechos Humanos - 2024

¿Qué inferencias o resultados deberían estar vetadas?



Neurodatos son también tecnologías de doble uso – armas /no letales

Nuevas vulnerabilidades de seguridad, vectores de ataque y posible necesidad de nuevas medidas

El principio de precaución exige considerar los efectos para los derechos humanos en todas las etapas de la formulación de políticas. (UNESCO, 2005)

© DIT-AEPD Luis de Salvador

57



¡GRACIAS!

División de Innovación Tecnológica
<https://www.aepd.es/en/areas/innovation-and-technology>


www.aepd.es


[@AEPD_es](https://twitter.com/AEPD_es)

58