

COLECCIÓN MONOGRAFÍAS
PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES



Yasna Bastidas Cid

La Protección de Datos Cerebrales o Neurodatos

ANÁLISIS JURÍDICO DE UNA NUEVA CATEGORÍA
ESPECIAL DE DATOS PERSONALES A LA LUZ
DEL REGLAMENTO GENERAL DE PROTECCIÓN
DE DATOS DE LA UNIÓN EUROPEA

PRÓLOGO
Victor Cazorro Barahona

JIB
BOSCH EDITOR



Los avances en la ciencia del cerebro y las neurotecnologías abren nuevas vías para mejorar el diagnóstico y el tratamiento de los trastornos mentales, y de las enfermedades neurológicas en general. A través de las neurotecnologías se puede acceder, manipular y simular directamente la estructura y funcionamiento de nuestro cerebro, lo que les otorga una gran capacidad de obtener y procesar una ingente cantidad de información personal.

El objetivo general de esta obra es analizar el régimen jurídico aplicable al tratamiento de los datos cerebrales o neurodatos obtenidos, procesados y decodificados mediante técnicas de interfaz cerebro-computadora (BCI), desde la perspectiva del Reglamento General de Protección de datos de la Unión Europea (RGPD). En efecto, se pretende validar científicamente la consideración de los datos cerebrales o neurodatos como datos de carácter personal; determinar la forma y posición jurídica de los mismos dentro de la normativa sobre protección de datos; definir las condiciones aplicables a su tratamiento en casos concretos, como la investigación clínica y las neurotecnologías omnipresentes o de acceso directo al consumidor; y describir como ha de efectuarse el correcto despliegue del principio de responsabilidad proactiva y el enfoque de riesgo en las operaciones de tratamiento relacionadas con esta nueva categoría especial de datos.

Este minucioso estudio, nos permitirá dar respuesta a dos interrogantes existentes en la comunidad jurídica: por un lado, ¿cómo puede responder la legislación de la UE ante este nuevo escenario?, y por otro, ¿podría el actual marco de protección de datos personales proporcionar garantías adecuadas de cara al tratamiento de los datos cerebrales o neurodatos en entornos BCI, a pesar de que estos datos no se hayan considerado en la construcción del marco?

— COLECCIÓN MONOGRAFÍAS —
PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES

La Protección de Datos Cerebrales o Neurodatos

Análisis jurídico de una nueva categoría
especial de datos personales a la luz
del Reglamento General de Protección
de Datos de la Unión Europea

YASNA BASTIDAS CID

PRÓLOGO
VICTOR CAZURRO BARAHONA

Barcelona
2025


BOSCH EDITOR

© JULIO 2025 YASNA BASTIDAS CID

© JULIO 2025



Librería Bosch, S.L.

<http://www.jmboscheditor.com>

<http://www.libreriabosch.com>

E-mail: editorial@jmboscheditor.com

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Dirijase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 45).

ISBN PAPEL: 979-13-87828-09-7

ISBN PDF: 979-13-87828-10-3

ISBN EPUB: 979-13-87828-11-0

D.L.: B 10537-2025

Diseño portada y maquetación: CRISTINA PAYÁ  +34 672 661 611

Printed in Spain – Impreso en España

Índice

Prólogo	19
Introducción.....	23
CAPÍTULO 1	
Antecedentes, estado del arte, oportunidades y limitaciones de las neurociencias y las neurotecnologías.....	33
1. Consideraciones previas: de la Internet de las cosas (IoT) a la Internet de los cuerpos (IoB)..	33
2. La neurociencia contemporánea: el estudio del cerebro y la mente desde una perspectiva interdisciplinar	38
3. El estado actual de las neurotecnologías: aún insuficientes para descifrar el código cerebral	51
4. Avances en la ciencia del cerebro y las neurotecnologías omnipresentes: hacia un control cerebral no invasivo	57
5. Principales iniciativas de investigación cerebral en el mundo..	65
5.1. <i>Australian Brain Alliance (ABA)</i>	66
5.2. <i>The Canada Brain Research Fund (Canada)</i>	67
5.3. <i>China Brain Project (People's Republic of China)</i>	68
5.4. <i>Cuban Human Brain Mapping Project CHBMP (Cuba)</i>	69
5.5. <i>Human Brain Project, «HBP» (European Union, EU).</i>	72
5.6. <i>Israel Brain Technologies (Israel)</i>	75
5.7. <i>Latin American Brain Mapping Network (LABMAN)</i>	75

5.8.	<i>Brain Mapping by Integrated Neurotechnologies for Disease Studies, «Brain/MINDS»</i> (Japan)	76
5.9.	<i>Korea Brain Initiative</i> (Korea)	79
5.10.	<i>Blue Brain Project</i> (Switzerland)	80
5.11.	<i>Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies, «BRAIN Initiative»</i> (United States).....	81
6.	Reflexiones finales.....	83

CAPÍTULO 2

	La interfaz cerebro computadora: una revisión del proceso de obtención de datos cerebrales o neurodatos y sus implicancias para la sociedad.....	85
1.	Consideraciones previas: una breve historia de la interfaz cerebro-computadora	85
2.	Concepto básico de interfaz cerebro-computadora	89
3.	Componentes esenciales de un sistema de interfaz cerebro-computadora	92
4.	Tipos de dispositivos según el método de obtención de la señal.....	101
5.	Síntesis del modelo funcional de una interfaz cerebro-computadora.....	108
6.	Las interfaces cerebro-computadora híbridas: el uso conjunto de diversas alternativas.....	109
7.	Interfaz cerebro-computadora: principales aplicaciones en la sociedad	121
7.1.	Aplicación clínica	121
i.	BCI para la prevención, detección y diagnóstico de enfermedades	122
ii.	BCI para la restauración y rehabilitación.....	124
7.2.	Neuroergonomía	131

7.3.	Entornos inteligentes	132
7.4.	Educación y autorregulación	133
7.5.	Neuromarketing y neuropolítica.....	135
7.6.	Juegos y entretenimiento	138
7.7.	Seguridad, identificación y autenticación	147
7.8.	Ingeniería militar.....	149
7.9.	Procedimientos judiciales	151
8.	Reflexiones finales.....	154

CAPÍTULO 3

	Neurociencias, neurotecnologías y derecho: desde los datos cerebrales hasta los neuroderechos humanos.....	157
1.	Consideraciones previas: el dato cerebral o neurodato, la piedra angular en la investigación neurocientífica.....	157
1.1.	El concepto de dato cerebral o neurodato	158
1.2.	Características de los datos cerebrales o neurodatos: parámetros para determinar «la novedad»	161
2.	El valor de los neurodatos: hacia una nueva configuración de los Derechos Humanos.....	164
2.1.	Los Neuroderechos Humanos como instrumento de protección ante los avances de la neurotecnología	165
2.1.1.	La propuesta de neuroderechos humanos de Marcelo Ienca y Roberto Andorno.....	167
i.	Derecho a la Libertad Cognitiva.....	168
ii.	Derecho a la privacidad mental.....	168
iii.	Derecho a la integridad mental.....	169
iv.	Derecho a la continuidad psicológica (identidad)	170

2.1.2.	La propuesta de neuroderechos humanos de Rafael Yuste	170
i.	Derecho a la privacidad mental y al consentimiento	172
ii.	Derecho a la identidad y a la toma de decisiones (agencia).....	173
iii.	Derecho al aumento cognitivo justo y equitativo	175
iv.	Derecho a la ausencia de sesgos	176
2.2.	La gobernanza de las neurotecnologías: hacia la positivación de los Neuroderechos Humanos, y la protección legal de los datos cerebrales o neurodatos como consecuencia.....	178
3.	La especial consideración de la protección de datos como derecho fundamental, autónomo e independiente en la UE y España: un especial desafío para la regulación de los Neuroderechos Humanos	190
4.	Los datos cerebrales o neurodatos merecen una especial protección: Del excepcionalismo genético al neuroexcepcionalismo.....	201
5.	Reflexiones finales.....	207

CAPÍTULO 4

	Los datos cerebrales o neurodatos: una nueva tipología de datos de carácter personal	209
1.	Consideraciones previas: privacidad y protección de datos en entornos de interfaz cerebro-computadora	209
2.	Naturaleza jurídica de los datos cerebrales o neurodatos (DCoN)	210
3.	La consideración de los datos mentales como datos cerebrales: aplicación del instituto de la <i>Fictio Iuris</i>	223

4.	El dato cerebral o neurodato como dato de carácter personal: determinando el concepto adecuado y la definición concreta..	229
5.	Variables que influyen en la clasificación de los datos cerebrales o neurodatos	232
5.1.	El contexto del tratamiento	233
5.2.	La finalidad del tratamiento	234
5.3.	El riesgo para los derechos y libertades fundamentales de las personas físicas	235
6.	Clasificación de los datos cerebrales o neurodatos	236
6.1.	El dato cerebral o neurodato elevado a la categoría de datos relativos a la salud	239
6.2.	El dato cerebral o neurodato elevado a la categoría de dato biométrico	244
7.	La revelación de datos genéticos a través de las operaciones de tratamiento de datos cerebrales o neurodatos.....	251
8.	Reflexiones finales.....	257

CAPÍTULO 5

	El régimen jurídico aplicable al tratamiento de datos personales cerebrales o neurodatos: requisitos esenciales para casos concretos	259
1.	Consideraciones previas: delimitación del contexto del tratamiento en estudio.....	259
2.	Reglas comunes a todo tratamiento de datos personales cerebrales o neurodatos	261
2.1.	El cumplimiento de los principios reguladores del tratamiento	261
2.2.	Las condiciones generales del consentimiento como base de legitimación del tratamiento	265
2.3.	La transparencia y cumplimiento del deber de informar	268

2.4.	El respeto por los derechos del interesado.....	278
3.	Condiciones específicas para el tratamiento de datos cerebrales o neurodatos en el ámbito de la salud: la investigación clínica con interfaz cerebro-computadora.....	285
3.1.	Base jurídica del tratamiento: el consentimiento explícito y excepciones	291
3.2.	Derecho a ser informado	304
3.3.	Ejercicio de los derechos del interesado/participante ..	307
3.4.	Anonimización y seudonimización de datos: el procedimiento de codificación	313
3.5.	Limitación del plazo de conservación.....	317
3.6.	Cesión de datos, acceso a datos por cuenta de terceros y transferencias internacionales	319
4.	Condiciones específicas para el tratamiento de datos cerebrales o neurodatos en el ámbito de las neurotecnologías omnipresentes: Interfaz cerebro-computadora no invasiva de acceso directo al consumidor	322
4.1.	Tipos de datos que recogen las BCIP y finalidades del tratamiento.....	326
4.2.	Base jurídica del tratamiento: el consentimiento explícito y excepciones	330
4.3.	El deber de información previa al interesado.....	338
4.4.	Designación por escrito de un Representante en la Unión Europea.....	343
4.5.	Ejercicio de los derechos del interesado	346
4.6.	Limitación del plazo de conservación.....	349
4.7.	Condiciones aplicables al tratamiento de datos de menores.....	353
4.8.	Cesión de datos, acceso a datos por cuenta de terceros y transferencias internacionales	358

5. Reflexiones finales..... 361

CAPÍTULO 6

Responsabilidad proactiva y enfoque basado en el riesgo en los tratamientos de datos cerebrales o neurodatos..... 363

1. Consideraciones previas: la responsabilidad proactiva o «*Accountability*» como principio informador del tratamiento..... 363

2. El enfoque de riesgo: la aplicación de medidas de protección acorde con el nivel de riesgo del tratamiento 372

3. Privacidad desde el diseño y por defecto como manifestación del principio de responsabilidad proactiva y del enfoque de riesgo..... 382

4. Riesgos específicos de privacidad y seguridad de los datos cerebrales o neurodatos en entornos de interfaz cerebro-computadora..... 393

5. Transferencias internacionales de datos cerebrales o neurodatos como factor de riesgo 404

6. El tratamiento de datos cerebrales o neurodatos como operación de «riesgo muy alto» 413

7. La evaluación de impacto en protección de datos como proceso indivisible de la gestión de riesgos 418

8. La consulta previa a la Autoridad de Control como presupuesto de cumplimiento diligente y *accountable*..... 424

9. Medidas y garantías para gestionar el riesgo en entornos de interfaz cerebro-computadora..... 429

10. Reflexiones finales..... 438

Reflexiones Generales..... 441

Bibliografía 455

Documentos de trabajo.....	479
Legislación.....	483
Sitios web	485

ANEXO 1

Glosario de abreviaturas y acrónimos.....	489
---	-----

ANEXO 2

Medidas y controles de riesgo	493
-------------------------------------	-----

Índice de diagramas

Diagrama 1. Sistema BCI Activo.....	90
Diagrama 2. Sistema BCI Reactivo.....	91
Diagrama 3. Sistema BCI Pasivo.	91
Diagrama 4. Sistema BCI Híbrido.	92
Diagrama 5. Pasos básicos en la gestión de riesgos	378

Índice de figuras

Figura 1. Internet of Bodies Technologies.....	36
Figura 2. Sistema Nervioso Central y Periférico.....	44
Figura 3. Hemisferios Cerebrales.	45
Figura 4. Cerebro Normal (A) y Cerebro Alzheimer (B).	49
Figura 5. Imagen por Resonancia Magnética Funcional	50
Figura 6. IMRf durante ejercicio cerebral.....	60
Figura 7. Emotiv Epoc+, EEG portátil	62

Figura 8.	Dispositivo XWAVE.....	63
Figura 9.	Dispositivo implantable Stentrode.....	64
Figura 10.	Protocolo experimental con EEG.	87
Figura 11.	Componentes de un Sistema BCI.....	93
Figura 12.	Posición de los electrodos acorde al Sistema Internacional 10-20.....	94
Figura 13.	Chip Telepathy.....	102
Figura 14.	Brazo robótico dirigido por mono.....	103
Figura 15.	Esquema BCI Híbrida.	112
Figura 16.	The MindBalance Videogame.....	141
Figura 17.	Auriculares Mindware Mobile NeuroSky.....	145
Figura 18.	Dispositivo NextMind.....	146
Figura 19.	Parcelas topográficas de 12 sujetos en fase de relajación...	250
Figura 20.	EIPD y gestión de riesgos.....	421

Índice de tablas

Tabla 1.	Información básica sobre protección de datos.....	341
Tabla 2.	Determinación del nivel de riesgo.....	415

Prólogo

El presente estudio aborda uno de los asuntos más controvertidos, relevantes y actuales en el ámbito del derecho y, más concretamente, en el sector de la privacidad o el derecho fundamental a la protección de datos personales. Se trata de la compleja relación entre los avances en neurociencia y *neurotecnología* y su convivencia con la protección jurídica de la privacidad y la preservación de los datos personales. El reciente, y cada vez más consolidado, marco jurídico europeo y su parcial y progresiva traslación a las legislaciones de distintos países de Latinoamérica hace que este tipo de reflexiones sean muy necesarias. Y lo son, primero, por su originalidad (la temática es tan actual que hay muy poco escrito sobre ello); y segundo, por lo complicado que resulta poner orden y claridad en fenómenos tan novedosos que afectan directamente a los derechos fundamentales y libertades públicas más elementales.

A lo largo de las últimas dos décadas, la presurosa evolución tecnológica ha impregnado todas las esferas de la vida humana, y ha transformado radicalmente la forma en que las personas interactúan entre sí, con las instituciones, y ahora, incluso, con las máquinas.

Las neurociencias y *neurotecnologías* han emergido con tanta fuerza que, inevitablemente y al mismo tiempo, han suscitado problemas y planteado interrogantes cruciales sobre cómo el derecho debe adaptarse y regular estos desarrollos disruptivos, especialmente en cuanto a la protección efectiva de derechos fundamentales como la privacidad y la autonomía personal.

Por todo ello, resulta gratificante comprobar como la autora realiza en esta obra un trabajo sólido y riguroso que se sustenta en una estructura metodológica clara, ofreciendo, inicialmente, una descripción exhaustiva del estado del arte de las neurociencias y neurotecnologías. En este contexto, se analiza detalladamente la naturaleza técnica y científica de la interfaz cerebro-computadora (BCI), proporcionando al lector las herramientas conceptuales necesarias para comprender a qué dificultades se enfrenta el derecho y las implicancias jurídicas que conllevan estos avances.

La obra profundiza en el complejo análisis de los llamados «datos cerebrales o neurodatos», explorando su concepto desde diversas perspectivas científicas y jurídicas. La Dra. Yasna Bastidas expone argumentos categóricos acerca de la singularidad que este tipo de datos posee y que justifica su categorización como un tipo especialísimo dentro de los datos personales, requiriendo por ello una atención particular y específica en el marco del Reglamento europeo de protección de datos.

Un mérito especialmente destacable de esta obra radica en el análisis reflexivo, crítico y detallado del marco regulatorio europeo actual, identificando claramente sus posibles deficiencias y ofreciendo alternativas concretas y pragmáticas para subsanarlas. La autora plantea la perentoria necesidad de abordar los neurodatos bajo un enfoque de *neuroexcepcionalismo*, similar al previamente aplicado a los datos genéticos, generando un marco jurídico cierto y robusto que garantice la protección efectiva de la identidad y privacidad cerebral frente a posibles usos indebidos o no consentidos.

En el libro también se aborda el principio de responsabilidad proactiva (*accountability*), pilar básico del Reglamento europeo y de la vigente legislación en materia de protección de datos personales en Europa, proponiendo su aplicación práctica y específica a los tratamientos de neurodatos. Este aspecto resulta especialmente pertinente, considerando el riesgo que implica la posible manipulación de información que se desprende del pensamiento, las emociones, e incluso la identidad del individuo.

La investigación de la doctora Bastidas, además de suponer un aporte jurídico significativo en términos académicos, tiene un notable valor práctico porque proporciona herramientas y criterios claros a los estudiosos y a los profesionales del derecho. Estamos, pues, ante un estudio que supone un paso esencial hacia una regulación adaptativa y flexible que permita proteger eficazmente los derechos fundamentales en un contexto de rápidos y constantes avances tecnológicos.

Por último, es necesario reconocer el valor y dedicación con que la Dra. Yasna Bastidas ha abordado su investigación doctoral, guiada con rigor académico y espíritu crítico, aspectos fundamentales para cualquier trabajo de esta envergadura. Su trabajo refleja una preocupación real por los desafíos que presenta la convergencia entre neurociencia, neurotecnología y derecho, aportando una visión original y pionera que ya es un referente para las futuras investigaciones jurídicas sobre la materia.

Para mí, es una satisfacción y un honor escribir el prólogo de esta obra que, sin duda alguna, representa una aportación académica valiosa y trascendente al estudio del derecho fundamental a la protección de datos personales en un entorno tecnológico cada vez más complejo y exigente.

Prof. Dr. Víctor Cazorro Barahona
Universidad Internacional de La Rioja

Madrid, 20 de junio de 2025

— COLECCIÓN MONOGRAFÍAS —
PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES

1. Figuras y responsabilidades en el tratamiento de datos personales, Juan Francisco Rodríguez Ayuso, 2019.
2. Antecedentes y fundamentos del Derecho a la protección de datos, Víctor Cazorro Barahona, 2020.
3. Control externo de los obligados por el tratamiento de datos personales, Juan Francisco Rodríguez Ayuso, 2020.
4. Garantía administrativa de los derechos del interesado en materia de protección de datos personales, Juan Francisco Rodríguez Ayuso, 2021.
5. Seguridad del tratamiento: Aspectos técnicos (Parte I), Víctor Cazorro Barahona, 2022.
6. Prontuario del delegado de protección de datos. Guía para la certificación ENAC-AEPD, Fernando Mata Leonor, 2024.
7. La protección de datos cerebrales o neurodatos. Análisis jurídico de una nueva categoría especial de datos personales a la luz del Reglamento General de Protección de Datos de la Unión Europea, Yasna Bastidas Cid, 2025.

Prólogo

Introducción

CAPÍTULO 1

Antecedentes, estado del arte, oportunidades y limitaciones de las neurociencias y las neurotecnologías

CAPÍTULO 2

La interfaz cerebro computadora: una revisión del proceso de obtención de datos cerebrales o neurodatos y sus implicancias para la sociedad

CAPÍTULO 3

Neurociencias, neurotecnologías y derecho: desde los datos cerebrales hasta los neuroderechos humanos

CAPÍTULO 4

Los datos cerebrales o neurodatos: una nueva tipología de datos de carácter personal

CAPÍTULO 5

El régimen jurídico aplicable al tratamiento de datos personales cerebrales o neurodatos: requisitos esenciales para casos concretos

CAPÍTULO 6

Responsabilidad proactiva y enfoque basado en el riesgo en los tratamientos de datos cerebrales o neurodatos

Reflexiones Generales

Bibliografía

Documentos de trabajo

Legislación

Sitios web

ANEXO 1

Glosario de abreviaturas y acrónimos

ANEXO 2

Medidas y controles de riesgo



YASNA BASTIDAS CID

Abogada, Licenciada en Ciencias Jurídicas por la Universidad San Sebastián de Chile (USS) y Doctora en Sociedad del Conocimiento y Acción en los Ámbitos de la Educación, la Comunicación, los Derechos y las Nuevas Tecnologías por la Universidad Internacional de la Rioja (UNIR), institución académica que le ha otorgado la calificación máxima en España de SOBRESALIENTE con mención CUM LAUDE.

Posee un Máster en Propiedad Intelectual y Derecho de las Nuevas Tecnologías, y un Máster en Protección de Datos, ambos también por la UNIR, además de varios diplomados y cursos de especialización en neurociencia cognitiva, inteligencia artificial, derecho y regulación.

Ha sido galardonada con el Premio Nacional de Investigación «Emilio Aced 2020» de la Agencia Española de Protección de Datos (AEPD), y con el Premio Iberoamericano «Valentín Carrascosa 2020» para jóvenes investigadores de la Federación Iberoamericana de Asociaciones en Derecho e Informática (FIADI).

Actualmente es Académica de la Facultad de Derecho de la USS Chile, sede de la Patagonia, y profesora del Máster Universitario en Derecho de las Telecomunicaciones, Protección de Datos, Audiovisual y Sociedad de la Información de la UC3M.