

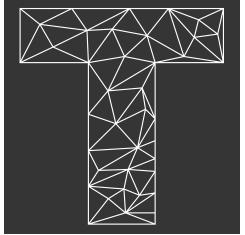
Fotografía:
ChatGPT + DALL·E (IA)



**Interfaces Cerebro-Computadora:
Una reflexión sobre sus posibles implicaciones éticas
y biopolíticas en las sociedades tecnocientíficas**

Roberto Zárate-Sánchez

Interfaces Cerebro-Computadora: Una reflexión sobre sus posibles implicaciones éticas y biopolíticas en las sociedades tecnocientíficas



Brain-Computer Interfaces: A Reflection on Their Possible Ethical and Biopolitical Implications in Technoscientific Societies

Revista Trama
Volumen 13, número 2
Julio - Diciembre 2024
Páginas: 10-37
ISSN: 1659-343X
<https://revistas.tec.ac.cr/trama>

Roberto Zárate-Sánchez¹

Fecha de recepción: 20 de noviembre, 2024

Fecha de aprobación: 14 de febrero, 2025

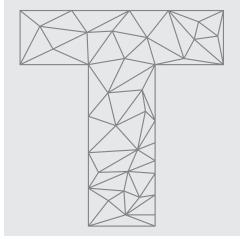
Roberto Zárate-Sánchez (2024). Interfaces Cerebro-Computadoras: Una reflexión sobre sus posibles implicaciones éticas y biopolíticas en las sociedades tecnocientíficas. *Trama, Revista de ciencias sociales y humanidades*, Volumen 13, (2), Julio-Diciembre, págs. 28

DOI: <https://doi.org/10.18845/tramarcsh.v13i2.8021>

¹Universidad Nacional de Costa Rica, Heredia, Costa Rica

Correo electrónico: roberto.zarate.sanchez@est.una.ac.cr

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-8817-6273>



Resumen

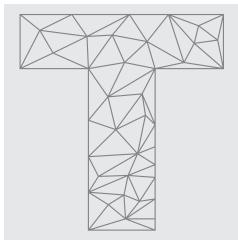
A partir de una revisión bibliográfica dividida en cuatro etapas, la investigación cualitativa explora las implicaciones éticas y biopolíticas de los diversos tipos de Interfaces Cerebro-Computadora (ICCs), concebidas como artefactos neurotecnológicos capaces de generar resultados computacionales. El artículo concluye que, más allá de su relevancia en el ámbito clínico, estas interfaces presentan importantes implicaciones éticas y biopolíticas en el contexto tecnocientífico, especialmente cuando trascienden el ámbito médico. Estas implicaciones incluyen el manejo de datos personales, los procesos de investigación y experimentación, el acceso equitativo, la optimización corporal, la autonomía y los efectos en la identidad personal derivados de la intervención en el cuerpo.

Palabras clave: ICC, biopolítica, tecnociencia, ética tecnológica, neurociencia.

Abstract

Based on an exhaustive bibliographic review divided into four stages, this qualitative research explores the ethical and biopolitical implications of various types of Brain-Computer Interfaces (BCIs), conceived as neurotechnological artifacts capable of generating computational outputs. The article concludes that, beyond their relevance in the clinical field, these interfaces have significant ethical and biopolitical implications in the technoscientific context, especially when they extend beyond the medical domain. These implications include the handling of personal data, research and experimentation processes, equitable access, bodily optimization, autonomy, and the effects on personal identity derived from bodily intervention.

Key words: BCI, biopolitics, technoscience, techno ethics, neuroscience.



1. Introducción

En Neuromante, obra de William Gibson (1984), Case, el personaje central, es un ex cowboy, es decir, un hacker especializado en manipular y navegar por el ciberespacio mediante una interfaz neural y un dispositivo llamado deck, el cual se conecta directamente en el cuerpo a partir de una estructura de cables y electrodos. El libro es considerado uno de los grandes hitos en el contexto del surgimiento de la literatura y la estética ciberpunk¹. Es una obra de 1984, no obstante, el avance en las Interfaces Cerebro Computadora (ICCs) permite que la idea de la creación de un deck deje de verse como una fantasía.

Con respecto a lo anterior, por ejemplo, Elon Musk comunicó que su empresa, Neuralink, logró implantar con éxito un chip cerebral que permite controlar un mouse con el pensamiento² (Kharpal, 20 de febrero del 2024). Por otra parte, cabe señalar que ya existen ICCs relacionadas al control de prótesis (Zhang, X., Zhang, T., Jiang, Zhang, W., Lu, Wang y Tao, 2024), a la rehabilitación (Kai y Guan, 2013), a la comunicación aumentativa y alternativa³, al entretenimiento, al monitoreo del rendimiento⁴ y al control de vehículos (Göhring, Latotzky, Wang y Rojas, 2012).

Es crucial destacar que ya se han llevado a cabo investigaciones con respecto a las posibles implicaciones éticas y políticas de estos artefactos. Por ejemplo, Lipp y Maasen (2022) plantean que en la actualidad se está desarrollando un bios⁵ que va más allá de lo meramente biológico, arraigándose en la interconexión con la tecnología. No obstante, su enfoque se centra en aspectos biopolíticos de forma bastante general y no profundiza en los ICCs. Por otro lado, Anne Liu (2017) llevó a cabo un estudio de caso desde la perspectiva estética y filosófica del arte, donde analizó los ICCs a través de la teoría de Donna Haraway y la biopolítica contemporánea, evidenciando la manera en la que estos dispositivos pueden ser moldeados por las narrativas de género. Además, en el contexto latinoamericano, la investigación de Alonso-Valerdi, Arreola-Villarruel y Argüello-García (2019), titulada *Interfaces Cerebro-Computadora: Conceptualización, Retos de Rediseño e Impacto Social*, es muy importante, ya que plantea que es necesario que se reflexione sobre los aspectos éticos y sociales relacionados a los ICCs.

Los ICCs han sido avances significativos en el ámbito médico, así como con respecto a la inclusión; sin embargo, existe poca reflexión sobre sus implicaciones éticas en sentido biopolítico y en las sociedades tecnocientíficas, por lo que la presente investigación intenta realizar un aporte en ese sentido. Más adelante, en las precisiones teóricas, se expone el porqué de este enfoque.

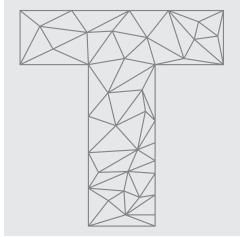
¹La obra plantea, además, dos problemas ético-políticos: desigualdad debido al acceso a la tecnología y el control de las empresas sobre los cuerpos de las personas.

²Es importante tener en cuenta que, en este caso, existe poca transparencia en torno a este chip, llamado Telepathy.

³Ya en el 2021, por ejemplo, un ICC permitía a un hombre con parálisis escribir noventa letras con la mente por minuto (Williams, mayo del 2021).

⁴En el 2023, por ejemplo, EEG Smart, una empresa orientada a la meditación, lanzó un pequeño dispositivo que realiza la medición de la actividad cerebral, con el fin de brindar recomendaciones algorítmicas (Wire, 28 de marzo del 2023).

⁵En este caso, bios se conceptualiza como la vida que es mediada por las estructuras políticas. En el contexto de la presente investigación, se toma como referencia la definición propuesta por Roberto Esposito (2008), quien establece una distinción entre los conceptos griegos zoe y bios. Según Esposito, la primera hace referencia a la vida biológica, mientras que bios abarca la vida en su dimensión política y social. Esta interpretación está relacionada con lo planteado por Harre (1989), quien sostiene que el concepto de bios es fundamental para establecer un vínculo entre la tecnología, la ciencia y la sociedad.



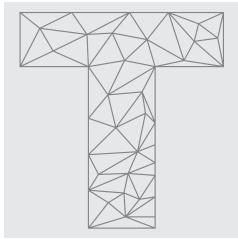
El artículo sostiene que los ICCs, especialmente al salir del contexto clínico y bajo el marco de dinámicas tecnocientíficas, tienen una serie de implicaciones éticas y biopolíticas: generación de cuerpos moldeados por las exigencias productivas y la contienda tecnológica; la utilización de datos que puedan llevar a la discriminación y al control político; la manipulación emocional y la instrumentalización de ciertos cuerpos, como por ejemplo los militares; la desigualdad debida al acceso a los diferentes ICCs relacionados a la mejora cognitiva y el rendimiento productivo, especialmente en el ámbito laboral; así como la utilización de animales no humanos para la experimentación bajo parámetros que violan los criterios del bienestar animal.

2. Apuntes metodológicos

La investigación es de carácter cualitativo y emplea la técnica de la revisión bibliográfica. En este caso, se utiliza la propuesta metodológica de Gómez-Luna, Fernando-Navas, Aponte-Mayor y Betancourt-Buitrago (2014), quienes plantean cuatro grandes fases: definición del problema, búsqueda de la información, organización de la información y análisis. A continuación se expone el proceso llevado a cabo en cada una de estas fases:

2.1. **Definición del problema:** En este caso, el problema se define a partir de la construcción de un marco de antecedentes, los cuales, como se indicó de forma general en el apartado anterior, han abordado aspectos éticos y retos sociales asociados a los ICCs, sin embargo, no lo han hecho teniendo en cuenta la relación entre biopolítica y tecnociencia, dos categorías importantes para comprender los contextos contemporáneos. Por tanto, el problema se puede plantear, de forma interrogativa, de la siguiente manera: ¿cuáles son las posibles implicaciones éticas y biopolíticas de las ICCs en las sociedades tecnocientíficas?

2.2. **Búsqueda de la información:** La información proviene de tres tipos de fuentes: artículos académicos relacionados de forma directa a los ICCs, ya sea en torno a su conceptualización o en relación a sus implicaciones éticas; noticias de medios y blogs, esto con el fin de identificar el desarrollo de productos de ICCs y sus avances; así como libros, capítulos y artículos que definen y problematizan las categorías de biopolítica y tecnociencia.



2.3. Organización: Se relaciona con las fuentes mencionadas en 2.2: problematización de las categorías de biopolítica y tecnociencia, revisión de antecedentes y aportes en relación a los ICCs, así como sistematización de las principales noticias.

2.4. Análisis: Se realiza a partir de lo que Biccoca-Gino (2017) llama una hermenéutica documental, cuya principal característica es la lectura crítica y problematizada de los textos existentes en torno a una temática específica. En este caso se triangulan o contrastan los diferentes aportes existentes. Además, considerando las categorías planteadas, se realizan inferencias en torno a las implicaciones éticas y biopolíticas. Para la argumentación, se utilizan diferentes ejemplos concretos de ICCs con el fin de brindar fundamento a las afirmaciones en torno a estas inferencias.

En función de lo expuesto previamente, y según la tesis presentada en la introducción, se puede afirmar que el objeto de estudio de esta investigación son las implicaciones éticas y biopolíticas de los ICCs, dentro del contexto de la tecnociencia, que presenta una serie de características determinadas.

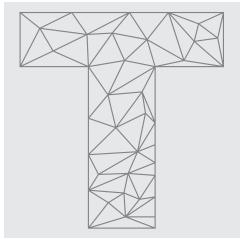
Respecto al orden de análisis, este consiste en la revisión de antecedentes, seguida de la recopilación de materiales provenientes de diversas fuentes, como noticias, estudios de caso y documentales sobre ejemplos de ICCs. Este material es luego analizado bajo el marco conceptual de la biopolítica y la tecnociencia, utilizando la hermenéutica documental.

3. Precisiones conceptuales

A continuación, en línea con lo mencionado anteriormente, se exponen las dos principales categorías teóricas empleadas para entender el contexto social e histórico, es decir, la biopolítica y la tecnociencia; además, se realiza una delimitación clara de lo que se entiende por ICC.

3.1. ¿Qué propone la biopolítica contemporánea?

El concepto de biopolítica se ha vuelto fundamental para el estudio social en el siglo XXI y es uno de los enfoques más utilizados dentro del pensamiento filosófico y político. Por ejemplo, en 2008, Rodríguez identificaba un auge de esta postura, destacando su



capacidad para elucidar fenómenos contemporáneos como el fitness, la genética y la salud. Además, durante la pandemia causada por el virus del SARS-CoV-2, se convirtió en uno de los modelos de análisis más utilizados (Lorenzini, 2020).

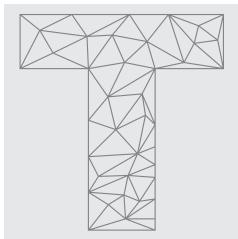
No obstante, es importante tener en cuenta que es un concepto polisémico, cuya teorización sigue siendo objeto de controversia y que, por tanto, en ocasiones resulta ambiguo, lo que permite su uso en diversas teorías con diferentes intereses: se utiliza para hablar del medio ambiente (Sandoval, 2024), de las políticas reproductivas⁶, de la seguridad alimentaria y el bienestar animal (González-Miranda y Valverde, 2023), del deporte (Hardes, 2019), del mundo laboral (Fleming, 2014), etc. Es un concepto muy flexible, el cual, debido a esta misma característica, en ocasiones se utiliza de forma arbitraria y con poca rigurosidad.

En términos generales, la biopolítica se puede entender como el modelo mediante el que el poder político y las entidades gubernamentales intervienen en la esfera biológica de la sociedad y, por tanto, en los cuerpos de las personas (Sfetcu, 2020). Es una anatomo-política, ya que afecta directamente a la corporalidad. Para Foucault (citado por Sfetcu, 2020), las ciencias humanas, especialmente las médicas, han contribuido, mediante sus aparatos conceptuales y técnicos, a la instauración de este modelo.

La forma de intervención de la biopolítica es el biopoder, el cual, en concordancia con lo señalado en el párrafo previo, se ejerce con el fin de gestionar a las poblaciones en su conjunto y no a individuos específicos. Esto se ilustra en Vigilar y Castigar (Foucault, 2002) con el ejemplo del suplicio público de Damiens, ya que muestra cómo, en sentido histórico, hubo un cambio: se abandona el castigo personal y se empiezan a disciplinar los cuerpos a partir de políticas generales, esto siguiendo el modelo del panóptico. Este tipo de poder, por tanto, se preocupa por regular la vida de las poblaciones, controlando aspectos como la salud y la reproducción.

Con respecto a sus orígenes, según Foucault, la biopolítica surge en el contexto de la modernidad, particularmente a partir del siglo XVIII, aunque sus raíces pueden encontrarse previamente; Agamben, por su parte, considera que es parte fundante de la tradición occidental, esto a partir de la figura del homo sacer⁷; Esposito se centra principalmente en el concepto de bios y localiza el surgimiento de la biopolítica en los primeros años del siglo XX, con lo que él llamó el paradigma de la inmunización, alcanzando su punto culminante en el contexto de la Segunda Guerra Mundial (Manque, 2010).

⁶En este caso, pueden existir posturas tan disímiles como las de Agustín Laje (2020), quien señala que la biopolítica es el principal enfoque para entender a la pandemia o que el aborto es un mecanismo biopolítico de la ONU (Pérez, s.f); muy distinto a, por ejemplo, diferentes autoras adscritas al pensamiento feminista, quienes utilizan el concepto de biopolítica para mostrar una posición abierta a favor del aborto (Vivaldi, 2019).



En esta investigación, centrada en los ICC, se toma como referencia la reformulación del concepto de biopolítica de Lorenzini (2020), quien señala que la característica central de la propuesta de Foucault se relaciona con lo que el autor francés categorizó como *seuil de modernité biologique*⁸, es decir, un punto de inflexión y de entrada a una estructura política en la que lo biológico y el cuerpo humano se convirtieron en el eje fundamental para la gestión. Lo anterior, de manera constante y no solamente en períodos de excepción o en circunstancias especiales, como por ejemplo una pandemia o un evento bélico.

En línea con lo anterior, Ayala (2021) plantea que la biopolítica y el biopoder convierten al cuerpo en un objeto moldeable en sentido clínico-productivo. En concordancia con lo expuesto, se puede indicar que, según Foucault, se lo vuelve dócil y hábil para desempeñar ciertas funciones dentro de determinados contextos políticos y sociales.

Siguiendo a Lorenzini (2020), es importante entender a la biopolítica como una inflexión histórica, es decir, como un quiebre que generó una serie de eventos y procesos que requieren de una reflexión en torno a su carácter ético y, por tanto, de acción deliberativa y dialógica.

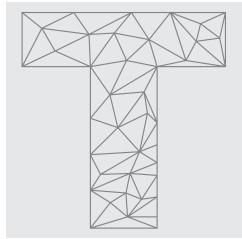
Es importante tener en cuenta que, tal y como señala Rosi Braidotti (2013), en las sociedades contemporáneas los conceptos de biopolítica y posthumanismo se intersecan con diferentes avances tecnológicos de mejora humana, los cuales no son neutrales, ya que responden a intereses políticos y económicos. Cabe señalar que la autora aborda lo posthumano parecido a como Lorenzini aborda lo biopolítico, ya que considera que es un quiebre histórico que genera coerciones y rupturas, ya que siempre existen intereses y disputas. Lo anterior es similar a, por ejemplo, la figura de lo ciborg expuesta por Donna Haraway⁹ (2016).

3.2. La revolución tecnocientífica y las sociedades algorítmicas

La tecnociencia se entiende como una convergencia inevitable entre la tecnología y la ciencia, con características distintivas que emergen en el siglo XX. Según Echeverría (2003), esta convergencia ha provocado una revolución en términos praxeológicos, es decir, no en el ámbito epistemológico delineado por Kuhn, sino en las prácticas y acciones. En este sentido, la ciencia debe entenderse como un hecho social.

⁸Se puede traducir como umbral de la modernidad biológica.

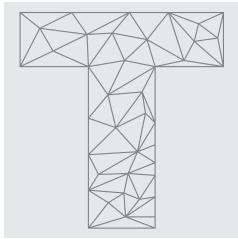
⁹Tanto Braidotti como Haraway consideran que existe la posibilidad de repensar la corporalidad y el género a partir de los cambios identitarios que han producido diferentes avances tecnológicos.



Esta transformación se manifiesta en los modos operativos de la ciencia, especialmente a partir de los años ochenta. Marcos (2018), filósofo español, utiliza el ejemplo del Proyecto Manhattan y de Newton para ilustrar esta relación. Newton, trabajando en solitario durante la peste de 1661-1665, desarrolló el método de fluxiones, la teoría de los colores y la gravitación universal. Por otro lado, el Proyecto Manhattan fue un megaproyecto de financiamiento estatal en el que Oppenheimer, su rostro más visible, desempeñó más el rol de gestor de proyectos que el de científico.

El proyecto Manhattan es producto de la Macrociencia¹⁰, la cual es precursora de la tecnociencia en el sentido de que incorpora aspectos relacionados a la gerencia de grupos interdisciplinarios complejos, en este periodo específico, financiados por el Estado con intereses centrados en el ámbito militar. El gran cambio que propone la tecnociencia es, siguiendo a Echeverría (2003), la predominancia del capital privado, caracterizado por nuevas dinámicas como las inversiones de capital, las patentes, las competencias comerciales y las métricas de publicación.

¹⁰Uno de sus principales antecedentes fue el Informe Vannevar Bush (Echeverría, 2003), en el que se planteaba la necesidad de construcción de una política científica estatal y de un sistema claramente delimitado. El conocimiento científico se planteó como un bien económico y político.



Las comunidades tecnocientíficas, por tanto, adoptan un enfoque interdisciplinario, dando lugar a la integración de nuevas profesiones como la gestión de proyectos, la publicidad, el derecho y las finanzas. Es difícil imaginar a Newton bajo una estructura de este tipo en el siglo XVII.

Por otra parte, la diversidad de actores en la tecnociencia propicia una falta de uniformidad axiológica¹¹, generando disputas y divergencias significativas. Otra diferencia relevante radica en que, mientras que las matemáticas solían ser la base de la ciencia moderna, en el contexto de la tecnociencia es la informática la que desempeña un papel fundamental.

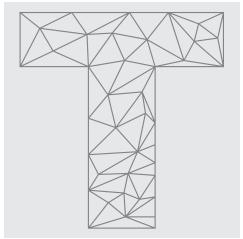
Los ejemplares que definían las disciplinas en la teoría de Kuhn se convierten, en las sociedades tecnocientíficas, en artefactos tecnológicos. En el caso de los ICCs, por ejemplo, existen diferentes empresas compitiendo por el desarrollo de dispositivos y por acaparar diferentes sectores del mercado. El caso paradigmático es el de Neuralink con Synchron¹². Es importante aclarar que, relacionando tecnociencia y biopolítica, muchas de las acciones orientadas a la gestión y control del cuerpo humano, son impulsadas, por tanto, por el sector empresarial.

Por último, es fundamental señalar una característica de la tecnociencia indicada por Echeverría (2003): la tecnificación de las personas y la construcción de identidades virtuales. En un mundo digital, mediado especialmente por empresas privadas y una dinámica algorítmica, la forma en la que las personas se entienden a sí mismas y la manera en la que se representan se encuentra en constante cambio.

Tal como señala Tai (2022), la existencia de identidades virtuales parece ser un escenario ineludible en las sociedades contemporáneas. Según la autora, hay varios aspectos clave a considerar en su análisis: las realidades virtuales y las comunidades en línea están permeando la vida cotidiana, marcando la forma en que las personas construyen sus identidades y se representan en el ámbito digital; por otro lado, la distinción entre distintas realidades e identidades se vuelve cada vez más difusa; además, el creciente dominio de la digitalización está alterando tanto la percepción individual como el funcionamiento cerebral.

¹¹La uniformidad axiológica suele considerarse común en los períodos de ciencia normal de Kuhn (Echeverría, 2003).

¹²De acuerdo a Evans (2 de febrero del 2024), ambas compiten para comercializar un chip cerebral, siendo Synchron, de capital australiano, la que lleva la delantera.

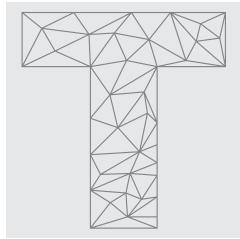


Es fundamental tener en cuenta que, en contextos tecnocientíficos, los cuales, como se indicó previamente, están impulsados por el sector privado, los procesos de digitalización y su influencia en la construcción de la identidad no son neutrales. La presencia digital, como planteó Shoshana Zuboff en *La era del capitalismo de la vigilancia* (2020), no es gratuita; es monetizada, ya que, a través de la categorización algorítmica, se pueden sugerir pautas de consumo e influir en los comportamientos de las personas. Según Zuboff, el capitalismo de vigilancia tiende a afectar la autonomía individual, creando un escenario en el que las personas están constantemente vigiladas y expuestas a la manipulación algorítmica.

En concordancia con lo anterior, se da la cosificación de las personas, esto tal y como plantea García en su obra *Ciudadanos reemplazados por algoritmos* (2020). Según el autor, en el capitalismo electrónico y global, las personas no son más que conjuntos de datos para alimentar algoritmos.

Por otra parte, las sociedades algorítmicas, debido a sus procesos técnicos, pueden reproducir representaciones racistas, misóginas y xenófobas, como expone Umoya en su libro *Algorithms of Oppression* (2018). En esta obra, la autora plantea que los algoritmos son entrenados con datos que pueden reflejar estereotipos, debido a los procesos de etiquetado y clasificación. Por ejemplo, realiza un análisis sobre cómo los motores de búsqueda asocian a las mujeres afrodescendientes con representaciones sexuales. Además, en 2015, el algoritmo de clasificación de imágenes de Google etiquetó una foto de un hombre negro como 'primate', y en 2021, el algoritmo de Facebook clasificó un vídeo de personas afrodescendientes bajo la categoría de 'gorilas' (Jones, 2021).

Por último, es importante señalar que, como expone Nguyen (2018), las pautas de consumo y los procesos algorítmicos suelen generar burbujas epistémicas y cámaras de resonancia, las cuales generan polarización, ya que tienden a reafirmar y profundizar en los propios puntos de vista.



3.3. Interfaces cerebro-computador

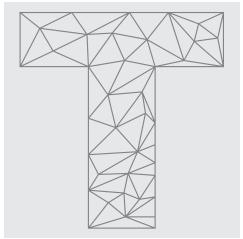
En términos generales, los ICCs se pueden entender como sistemas tecnológicos que propician la comunicación directa entre el cerebro humano y diferentes dispositivos computacionales, facilitando la interpretación y traducción de señales cerebrales en acciones específicas y concretas. Es decir, mediante un ICC, entendido como artefacto neuro-tecnológico, la actividad cerebral genera un output computacional.

No todos los ICCs utilizan los mismos modelos de funcionamiento, ya que existen diferentes funcionalidades. Sin embargo, se puede indicar que, en la práctica, el principal instrumento para determinar las señales cerebrales es el electroencefalograma, el cual muestra una variabilidad intra-subjetiva significativa entre las diferentes personas, por lo que un gran desafío para el desarrollo de los ICCs es el establecimiento de estructuras generalizables (Chaves de Melo, Castellano y Forner-Cordero, 2024). Por otra parte, algunos requieren de intervención quirúrgica y otros no¹³.

La ausencia de modelos de funcionamiento generalizables se debe a que, tal y como se indicó anteriormente, una de las principales características de la revolución tecnocientífica es que, a diferencia de lo planteado por Kuhn, quien hablaba de controversias científicas en el sentido de discusiones con respecto a aspectos relacionados a anomalías y la fundamentación teórica y metodológica de un paradigma, en la tecnociencia lo que existe son contiendas y carreras en torno a la manera en la que diferentes empresas brindan soluciones tecnológicas. Tal y como señaló previamente, existen diferentes compañías incursionando en el área: Google, Blackrock Neurotech, BrainGate, ClearPoint Neuro, Neuralink, Synchron y Nextmind.

Por ejemplo, la compañía Nextmind, ha desarrollado una diadema con la capacidad de, mediante sensores presentes en la banda, leer ondas cerebrales y transformarlas en órdenes dirigidas a dispositivos electrónicos. Además, se ha utilizado esta función en anteojos (Cuthbertson, 24 de marzo del 2022). Estos dispositivos se pueden emplear para encender artefactos o, incluso, para evitar el uso de controles en videojuegos.

¹³Los tratamientos invasivos implican la introducción de instrumentos, dispositivos o sustancias dentro del cuerpo humano, o la penetración en tejidos o cavidades. Son necesarios para procedimientos médicos como cirugías o cateterismos y conllevan más riesgos y un período de recuperación más largo que los tratamientos no invasivos.



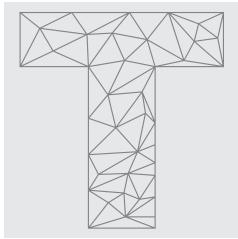
La Universidad de Pittsburgh, por su parte, a partir del empleo de electrodos, permite a personas con parálisis mover miembros prostéticos mediante la lectura de reacciones sinápticas (Criado, 2016). Cabe señalar que, en este caso, a diferencia de Nextmind, una intervención quirúrgica es necesaria. Synchron (Waltz, 20 de diciembre del 2023), empresa australiana, ha posibilitado, mediante la intervención de los vasos sanguíneos cerebrales, que personas con daños graves en el sistema nervioso puedan chatear y escribir, solo mediante el pensamiento, en una computadora. Por tanto, se puede indicar que se observan diversas innovaciones en el ámbito de los ICCs, las cuales se ven influenciadas por la rivalidad entre distintas empresas en entornos tecnocientíficos, así como por la diversidad de valores y objetivos.

Por último, los ICCs pueden clasificarse en cinco grupos según su utilidad: médicos, enfocados en la rehabilitación, diagnóstico y tratamiento de trastornos neurológicos; de asistencia, diseñados para ayudar a personas con discapacidades físicas o cognitivas; de entretenimiento, especialmente vinculados a videojuegos; investigativos, orientados al estudio del cerebro humano; y aquellos centrados en la mejora cognitiva, cuyo objetivo es la optimización de procesos relacionados con la memoria y el aprendizaje.

4. Análisis y resultados: ¿cuáles son las posibles implicaciones éticas y biopolíticas de los ICC en las sociedades tecnocientíficas?

Según Coin, Mulder y Dubljević (2020), los ICCs plantean una serie de desafíos éticos que abarcan diversos aspectos, como sus posibles impactos en la identidad y la personalidad, las implicaciones para la autonomía y la seguridad de la persona usuaria durante su utilización, así como la protección de su privacidad. Además, surgen interrogantes sobre la responsabilidad y la regulación de estos dispositivos, la equidad en su acceso y aplicación, y la investigación y el consentimiento en este campo. También es necesario reflexionar sobre los posibles efectos psicológicos que podrían derivarse de su uso, así como sobre el empleo de animales en los procesos de experimentación relacionados con los ICCs. A continuación, se profundiza en algunos de estos aspectos.

¹³Los tratamientos invasivos implican la introducción de instrumentos, dispositivos o sustancias dentro del cuerpo humano, o la penetración en tejidos o cavidades. Son necesarios para procedimientos médicos como cirugías o cateterismos y conllevan más riesgos y un período de recuperación más largo que los tratamientos no invasivos.



En primera instancia, es importante considerar que, para Friedrich y Jox (2017), hay un punto central con respecto a las neuro-tecnologías en general: investigaciones han demostrado que, mediante *deep brain stimulation*¹⁴, se pueden modificar rasgos de la personalidad. Por ejemplo, de acuerdo a Friedrich, en este caso en un documental de la DW (8 de octubre del 2021), se ha demostrado que se pueden alterar aspectos relacionados a la sexualidad de una persona, su introversión, su rendimiento, etc.

Lo anterior, en sentido biopolítico, implica un moldeamiento directo del cuerpo. En este caso es fundamental indicar que, como se planteó en las precisiones teóricas, esto se da en un contexto tecnocientífico, por lo que muchas de estas modificaciones van orientadas a mejorar el rendimiento. Hay un interés productivo, tal y como se expone más adelante con algunos ejemplos.

Cabe señalar que, como se expuso al inicio del trabajo, en el campo clínico existen grandes avances y regulaciones claras, por lo que el problema, en la mayoría de los casos, se debe a que estos dispositivos empiezan a comercializarse y ser utilizados más allá de este campo.

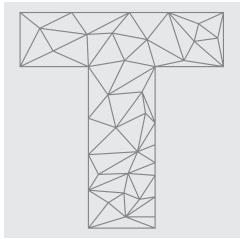
Un sector muy relevante es el relacionado a la actividad militar, ya que, en el documental citado anteriormente (2021), se habla de las inversiones que se realizan para producir cascos con dispositivos que permitan mitigar la ansiedad o el dolor. Binnendijk, Marler y Bartels (2020), al realizar un diagnóstico general de las posibles áreas de investigación para, especialmente, la infantería de Estados Unidos, señalan las siguientes: corrientes transcraneales no invasivas para controlar la depresión y el rendimiento de militares; así como el control prostético de armas¹⁵ y otros artefactos.

A nivel militar, la biopolítica es muy clara. Según MacLeish (2019), es una gobernanza que permite a las instituciones militares gestionar la vida de los soldados, esto tanto en sentido físico como mental. En el caso del ejemplo de los ICCs expuestos en el párrafo anterior, es evidente la intención de moldeamiento del cuerpo de acuerdo a unos determinados intereses.

En relación con lo anterior, Scangos, Makhoul, Sugrue, Chang y Krystal (2021), por su parte, señalan la posibilidad de, en términos generales, es decir, no aplicado específicamente a los aspectos militares, controlar emociones relacionadas a la depresión, la ansiedad y el miedo.

¹⁴Se considera como una técnica neuroquirúrgica empleada para intervenir en diversos trastornos neurológicos y psiquiátricos a partir de la inserción de electrodos en determinadas zonas del cerebro mediante un dispositivo específico capaz de emitir impulsos eléctricos que modifican la actividad neuronal. Se considera eficaz para la distonía, TOC, la enfermedad de Parkinson, trastornos del movimiento, depresión resistente al tratamiento y ciertos tipos de epilepsia.

¹⁵Este aspecto fue expuesto por Ko y Jecker (2023) en la revista Freethink en un artículo titulado *Brain-computer interfaces could let soldiers control weapons with their thoughts*.



Esto plantea muchos problemas éticos, ya que, tal y como señalan Steinert y Friedrich (2020), teniendo en cuenta la categoría de *wired emotions*, las identidades personales se construyen bajo una serie de estados emocionales interconectados. No existe claridad de que pueda pasar si a una persona se le mitigan, por ejemplo, emociones relacionadas al miedo o la ansiedad y la manera en la que esta respuesta puede afectar la subjetividad e identidad. Además, en términos biopolíticos, suprimir cierto tipo de emociones tiene mucha funcionalidad en el sentido de crear cuerpos dóciles bajo ciertos intereses anatomo-políticos y productivos.

Esto, además de lo señalado en torno a la dimensión militar, propone una serie de implicaciones. En este caso, se toma en cuenta la teoría de Nussbaum (2011) y su enfoque de capacidades, propuesta teórica que, tal y como apunta la autora, asume la idea kantiana de que toda persona es un fin en sí mismo, pero que, además, propone que las personas deben tener la posibilidad de desarrollar sus capacidades y potencialidades de manera libre y autónoma, esto en el sentido de que cada quien pueda elegir dentro de un abanico de oportunidades, esquemas de valores y proyectos de vida.

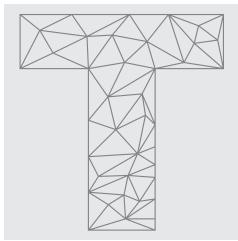
La autora plantea una serie de capacidades centrales, dentro de las cuales se incluyen dos de relevancia para la presente investigación. La primera, referente a las emociones, plantea que todo ser humano debería ser capaz de tener apegos a las cosas, de amar, de lamentar, de experimentar anhelo, gratitud e ira justificada. Es decir, una serie de emociones que son parte del comportamiento humano, pero que, como en el caso militar expuesto previamente, son reprimidas o mitigadas de acuerdo a un fin productivo y biopolítico, es decir, se gestiona el cuerpo para que cumpla una determinada función.

La segunda, de gran importancia, es atinente a la razón práctica, la cual consiste en la capacidad de establecer criterios en torno a lo que se considera una buena vida. En línea con lo expuesto con respecto a las emociones, para poder construir este tipo de juicios, es fundamental tener un abanico emocional completo y no cuerpos dóciles y acríticos.

Otro punto central es el tema de los datos, ya que la información obtenida por los ICCs es altamente delicada, dado que surge de la actividad cerebral de las personas usuarias. Los ICCs obtienen intenciones motoras, patrones de actividad neuronal, la manera en la que se reacciona a estímulos externos, emociones y otros aspectos atinentes al funcionamiento del cerebro. Además, de acuerdo a Wolkenstein, Jox y Friedrich (2018), los ICCs se alimentan por procesos de IA, machine learning y algoritmos, los cuales, tal y como se indicó

¹⁴Se considera como una técnica neuroquirúrgica empleada para intervenir en diversos trastornos neurológicos y psiquiátricos a partir de la inserción de electrodos en determinadas zonas del cerebro mediante un dispositivo específico capaz de emitir impulsos eléctricos que modifican la actividad neuronal. Se considera eficaz para la distonía, TOC, la enfermedad de Parkinson, trastornos del movimiento, depresión resistente al tratamiento y ciertos tipos de epilepsia.

¹⁵Este aspecto fue expuesto por Ko y Jecker (2023) en la revista Freethink en un artículo titulado *Brain-computer interfaces could let soldiers control weapons with their thoughts*.



previamente, se insertan en dinámicas de consumo, reproducen estereotipos y pueden llevar a la cosificación de las personas.

En entornos tecnocientíficos, las repercusiones pueden ser comparables a las desencadenadas por el Proyecto Genoma Humano (PGH), en el que el uso de datos genéticos condujo a casos de discriminación. Por ejemplo, ya en 1998, Miller publicó un artículo titulado *Discriminación Genética en el Ámbito Laboral*, en el que argumentaba que, a raíz del PGH y su capacidad para identificar predisposiciones de salud, muchas empresas podían discriminar a las personas al contratar basándose en información genética. Esta práctica, desde una perspectiva empresarial, se traduce en menor absentismo laboral y mejor rendimiento.

Además, tal y como señala Cowley (13 de diciembre del 2023), a la hora de otorgar seguros de vida, las diferentes empresas han empleado información genética para negar o plantear precios muy altos a personas con ciertas características, lo que implica un problema de acceso y discriminación. Esto fue retomado por Brown (12 de noviembre del 2024), quien afirma que, al menos en Estados Unidos, las aseguradoras se están negando a cubrir a ciertas personas debido a sus exámenes genéticos.

Este escenario también podría aplicarse a los datos cerebrales, ya que proporcionan información sobre la salud en general, así como la forma en la que las personas reaccionan a los estímulos. En el ámbito laboral, una empresa podría utilizar esta información como criterio para la contratación, priorizando a aquellos individuos que no muestran respuestas ansiosas o depresivas¹⁶ ante ciertos desafíos del entorno.

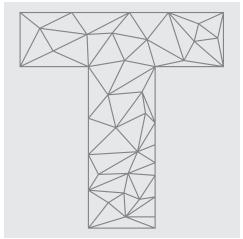
Por ejemplo, previamente, se expuso a la compañía EEG Smart, la cual recopila los datos, mediante dispositivos con encefalogramas, de la actividad cerebral de las personas para dar recomendaciones de rendimiento. Los datos recopilados son muy sensibles, y por tanto, se ha ido desarrollando la protección legal concerniente¹⁷, sin embargo, en contextos tecnocientíficos, no es inusual que sean obtenidos por terceros. El caso de Cambrydge Analytica¹⁸, es paradigmático.

Por otra parte, según Roth e Ivemark (2018), el PGH, en sentido comercial propició la aparición de los test genéticos, esto con empresas como 23andMe y AncestryDNA, los cuales refuerzan las sensaciones de privilegio de ciertas características étnicas y construcciones raciales, además de que crean identidades “genetizadas”, es decir, naturalizan ciertas conductas que no son genéticas, sino sociales y culturales, por lo que la información obtenida se podría utilizar para

¹⁶Es importante tener en cuenta que un encefalograma, por sí mismo, no puede diagnosticar una depresión o, por ejemplo, un trastorno generalizado de ansiedad, ya que se requieren de evaluaciones clínicas, psiquiátricas y psicológicas.

¹⁷En el 2011, Costa Rica implementó la Ley 8968 para proteger la privacidad de la ciudadanía frente al manejo de sus datos personales. Sin embargo, el panorama mundial de protección de datos ha evolucionado significativamente desde entonces, con la promulgación de normativas como el Reglamento General de Protección de Datos de la Unión Europea (RGPD), la Ley de Derechos de Privacidad de California (CPRA), así como las leyes de Protección de Datos Personales de Uruguay (PDPU) y Argentina (PDPA).

¹⁸En términos generales, se trató de la recopilación inapropiada de datos de millones de usuarios de Facebook con el objetivo de influir en procesos políticos.



establecer jerarquías cognitivas o emocionales, lo cual no es nuevo, ya que en muchas ocasiones, por ejemplo, el IQ¹⁹ y diferentes test asociados a la medición de ciertas respuestas cognitivas han tenido estos efectos.

Otro dispositivo relevante es Neurable (Morrison, 17 de noviembre del 2023), el cual les indica a las personas cuando son más productivas. Esto podría tener implicaciones éticas en el sentido de que las mejoras cognitivas podrían estar orientadas bajo un criterio de capital humano²⁰.

Lo anterior, en relación a lo planteado por Rosa (2013) sobre la aceleración social, según la cual, se observa una dinámica precipitada en la sociedad contemporánea. Esta aceleración, impulsada por la búsqueda de productividad, eficiencia e innovación tecnológica, no solo engendra estrés, ansiedad y alienación en las personas, sino que las sumerge en una actividad incesante y un constante cambio. En la era del rendimiento²¹, se espera que los individuos compitan consigo mismos y con los demás, impulsando una cultura de optimización personal. En este contexto, el éxito se mide por logros individuales y la capacidad para superar a los demás, lo que puede desencadenar en una constante búsqueda de satisfacción. Los ICCs, al insertarse en esta dinámica, podrían convertirse, incluso, en ventajas comparativas de optimización.

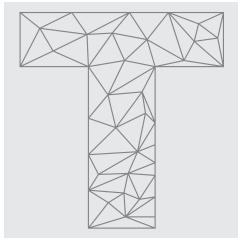
Estas modificaciones pueden ser analizadas desde las reflexiones en torno al *enhancement*, el cual se centra en las mejoras y optimizaciones corporales. En sentido biopolítico, esto implica una intervención directa, ya que, más allá del acceso al conocimiento de los procesos productivos de cada persona a partir de los dispositivos de medición indicados, también hay una gestión de las emociones, así como de manejo de prótesis o armas.

Tal y como afirma Toscano (2023), muchos de estos procesos de mejoramiento son un poder biopolítico sin precedentes sobre los seres vivos, cuyo fin no solo se centra en el clásico de regular los diferentes procesos poblacionales, sino también en la intervención de la textura molecular, es decir, modificando los rasgos más fundamentales de la biología.

¹⁹Según Saklofske y Weiss (2020), este tipo de test se suelen utilizar en ámbitos como el laboral y el educativo, sin embargo, no se pueden considerar como indicadores universales, además de que los contextos tienen una importante influencia en el desarrollo de ciertas habilidades, lo cual se suele reflejar en diferencias raciales y étnicas.

²⁰En este caso, entendido como un activo económico orientado a impulsar la productividad, enfocado en elementos cuantificables.

²¹En este sentido, la obra de Rosa se puede ligar a los planteamientos sobre la sociedad del rendimiento y el neoliberalismo de autores como Mark Fisher, Byung-Chul Han, Bifo Berardi o Zygmunt Bauman.



Por otra parte, teniendo en cuenta lo expuesto en torno a Zuboff (2020), con respecto al capitalismo de la vigilancia y al poder que poseen las grandes compañías tecnológicas, estas podrían ejercer presión para que, al igual que tener presencia digital se convirtió en un imperativo, la utilización de ICCs sea igual. Google está, por ejemplo, desarrollando estas tecnologías²².

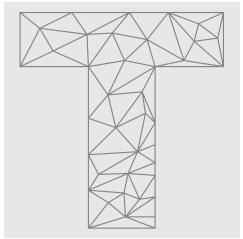
Retomando la preocupaciones en torno a la seguridad de los datos, en un sentido mucho más especulativo, Elon Musk (Sauer, 8 de abril del 2022), quien dirige una de las empresas tecnológicas más importantes en el ámbito de los ICCs, Neuralink, habla de la posibilidad de crear un backup de memorias. Es una idea fantástica, lo cual no es poco común en el empresario sudafricano, quien, por ejemplo, siguiendo al filósofo Nick Böstrom, considera que vivimos en una simulación (Powell, 2018). Si se llegara a concretar, los datos se traducirían en los pensamientos de las personas, es decir, unos de los más sensibles que se hayan podido recopilar en la historia humana, sin embargo, como se indicó previamente, no existe ningún tipo de evidencia de que esto sea técnicamente posible, pero denota el interés en el desarrollo de este tipo ICCs.

Teniendo en cuenta lo anterior, es necesaria, tal y como señalan Friedrich y Wolkenstein (2018), una ética algorítmica, la cual, en términos generales, se refiere a la reflexión interdisciplinaria en torno a los posibles riesgos del uso de los datos personales. A esto, además, se le deben agregar aspectos relacionados a lo expuesto en torno a la discriminación algorítmica, la instrumentalización humana y el capitalismo de la vigilancia.

Es importante tener en cuenta que, tal y como se expuso al inicio del presente apartado, se deben tener en consideración aspectos relacionados a la ética de la investigación, incluido el consentimiento y la experimentación con animales no humanos. En este caso, tal y como expone Chrulew (2017), Foucault tuvo una postura antropocéntrica con respecto a los animales no humanos, sin embargo, según el autor mencionado, también se pueden considerar como objetos de la biopolítica. El autor utiliza el ejemplo de los zoológicos, en los que los animales no humanos se convierten en sujetos de gestión sociopolítica, ya sea para fines científicos o de espectáculo.

Esta dinámica de ser objetos de intervención, gestión y administración, puede extenderse a diferentes prácticas: agricultura industrial, regulación social e investigación. En el caso de esta última, como se señaló anteriormente con Coin, Mulder y Dubljević (2020), es central en el desarrollo de los ICCs.

²²De acuerdo a Book (2023), la propuesta que está desarrollando Google consiste en la lectura de señales cerebrales en tiempo real.



Un caso relevante fue el de Neuralink, empresa mencionada anteriormente, a la cual se la acusó, el año anterior, de haber utilizado a cerca de 1500 animales no humanos bajo prácticas que violaban criterios mínimos de bienestar animal, incluso, se la denunció por la muerte agónica de 12 primates (Badillo, 22 de septiembre del 2023).

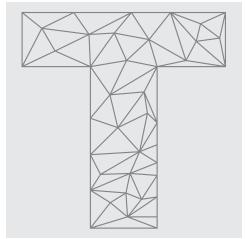
En este caso, se considera que este tipo de prácticas deben ser objeto de regulación y control dentro de la investigación en los ICCs, esto tomando en cuenta lo planteado por Nussbaum en su obra *Justice for Animals* (2023), en el cual, recuperando su teoría de enfoque en capacidades, plantea que toda práctica que bloquee, limite o niegue el desarrollo y el florecimiento de los animales humanos o no humanos es injusta y éticamente reprochable.

Por tanto, a partir de estas consideraciones, se puede afirmar que es fundamental que se tomen en cuenta las regulaciones en torno a la investigación con animales no humanos para el desarrollo de los ICCs, así como que se establezcan mecanismos de control al respecto, ya que, como se expuso en las precisiones teóricas, la tecnociencia establece jerarquías axiológicas, las cuales están permeadas por las contiendas tecnológicas y la competencia. En ocasiones, además, por la aceleración de la que habla Rosa (2013), los criterios de eficiencia y eficacia se convierten en los principales valores, esto por encima de la justicia, la equidad o, en este caso, lo relacionado al bienestar animal.

Por último, es fundamental preguntarse quién tendrá acceso a las mejoras cognitivas y si van a profundizar las desigualdades, ya que, como se expuso previamente, tienen implicaciones en las capacidades cognitivas y el rendimiento en diferentes áreas, lo que, en el contexto de la tecnociencia y la aceleración, puede propiciar un problema de desigualdad para el acceso a las ICCs.

5. Reflexiones finales

La biopolítica se considera como un punto de inflexión histórica en la que lo biológico y el cuerpo se vuelven el centro de la acción política, siendo este último moldeable y construido socialmente, ya que es una anatomo-política que se adecúa a ciertas exigencias clínicas y productivas. En las sociedades tecnocientíficas, cuyas dinámicas se centran en la competencia por soluciones tecnológicas principalmente financiadas por el sector privado, la biopolítica se puede ejercer desde el mundo empresarial.



Los ICCs, los cuales han tenido avances muy importantes en el ámbito clínico, propiciando la salud, la inclusión y el bienestar, han salido de esta área y han empezado a tener relevancia en el campo militar, productivo y recreativo, lo que genera una serie de implicaciones biopolíticas y éticas en el contexto de las sociedades tecnocientíficas, ya que, en este caso, al estar basadas en la contienda y la competencia, así como en determinada axiología permeada criterios de eficiencia y eficacia, los cuerpos pueden llegar a ser moldeados por las exigencias productivas y de rendimiento.

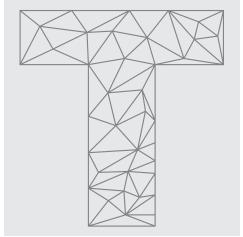
Los ICCs recopilan datos sensibles y además utilizan procesos algorítmicos, por lo que, en contextos tecnocientíficos y con la predominancia de los datos como activos económicos, se pueden generar, tal y como ha sucedido con los datos genéticos del PGH, procesos discriminatorios en los espacios laborales.

Ciertas intervenciones tienen la capacidad de modificar rasgos emocionales de las personas, lo que puede llevar a la instrumentalización de ciertos cuerpos, como por ejemplo los militares, a los cuales se les intentan mitigar emociones relacionadas a la ansiedad y el miedo. Siguiendo el planteamiento del enfoque de Nussbaum, esto tiene una afectación clara en algunas de las capacidades centrales que toda persona debería tener la oportunidad de construir durante su vida, como lo es el desarrollo de la vida emocional y la sabiduría práctica. Además, las personas se plantean como meros medios.

En línea con la conclusión anterior, los animales no humanos también son objeto de la gestión biopolítica, lo que, en este caso, se relaciona con la experimentación con animales no humanos en el contexto de los ICCs, ya que, en contextos tecnocientíficos y acelerados, en ocasiones, como en el caso de Neuralink, no se toman en consideración las regulaciones y consideraciones éticas en torno a estos procesos.

Además, hay un tema de acceso, ya que, si los ICCs se extienden a otras esferas más allá de lo clínico, es esperable que no todas las personas tengan acceso y, por tanto, las mismas capacidades de optimización o de enhancement exigidas por los diferentes ámbitos laborales.

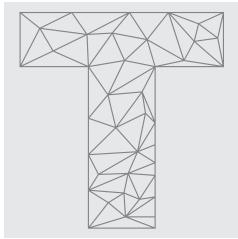
Se puede concluir que los ICCs tienen una serie de implicaciones éticas y biopolíticas: construcción de cuerpos moldeados por las exigencias productivas; uso de datos que puedan llevar a la discriminación; la intervención emocional y, por tanto, la instrumentalización de ciertos cuerpos que son tratados como meros



medios; acceso desigual a los diferentes ICCs relacionados a la mejora cognitiva y al rendimiento; así como la utilización, sin tomar en cuenta criterios éticos o regulatorios, de animales no humanos para la experimentación.

11. Referencias

- Alonso-Valerdi, L., Arreola-Villaruel, M y Argüello-García, J. (2019). Interfaces Cerebro-Computadora: Conceptualización, Retos de Rediseño e Impacto Social. *Revista mexicana de ingeniería biomédica*, 40(3). <https://doi.org/10.17488/rmib.40.3.8>
- Agamben, G. (2006). *El poder soberano y la nuda vida* (2.^a ed.). Editorial Pre-Textos.
- Ayala, R. (2021). Un zoom a la educación virtual: Biopolítica y aprendizaje centrado en el estudiante. *Educación Médica* 22 (3): p. 177-180. <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2021.01.004>
- Binnendijk, A., Marler, T., & Bartels, E. (2020). *Brain computer interfaces: U.S. military applications and implications*. Rand Corporation Press.
- Badillo (22 de septiembre del 2023). Una investigación acusa a Elon Musk de la muerte de 12 monos por los implantes cerebrales de Neuralink. *El Confidencial*. Recuperado de https://www.elconfidencial.com/tecnologia/2023-09-22/elon-musk-muerte-12-monos-implantes-neuralink_3740076/
- Book, A. (2023, enero 15). Revolutionize your thoughts with Google's new brain-computer interface. *The Pourquoi Pas*. <https://www.thepourquoipas.com/post/revolutionize-your-thoughts-with-google-brain-computer-interface>
- Braidotti, R. (2013). *The posthuman*. Polity Press.



Brown, K. (12 de noviembre del 2024). Genetic Discrimination Is Coming for Us All. *The Atlantic*. Recuperado de <https://www.theatlantic.com/health/archive/2024/11/dna-genetic-discrimination-insurance-privacy/680626/>

Bicocca-Gino, R. (2017). Análisis crítico-filosófico de las potencialidades educativas de la enseñanza basada en competencias. *Educación y Educadores*, 20(2), 267-281. <https://doi.org/10.5294/edu.2017.20.2.6>

Chaves de Melo, G., Castellano, G., y Forner-Cordero, A. (2024). A Procedure to Minimize EEG Variability for BCI Applications. *Biomedical Signal Processing and Control* 89. <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2023.105745>.

Chrusew, M. (2017). Animals as Biopolitical Subjects. En Chrusew, M. y Dinesh, J. (editores), *Foucault and Animals*. Brill. https://doi.org/10.1163/9789004332232_011

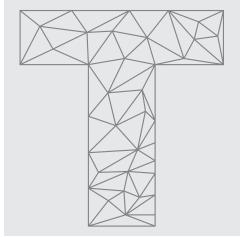
Coin, A., Mulder, M., & Dubljević, V. (2020). Ethical aspects of BCI technology: What is the state of the art? *Philosophies*, 5(31). <https://doi.org/10.3390/philosophies5040031>

Cowley, J. (2023, diciembre 13). The price of life: Genetic testing results and the cost of insurance. *LSJ Online*. <https://lsj.com.au/articles/the-price-of-life-genetic-test-results-and-the-cost-of-insurance/>

Criado, M. (2016, octubre 13). Un chip en el cerebro devuelve el tacto a un tetrapléjico. *El País*. https://elpais.com/elpais/2016/10/13/ciencia/1476353314_858728.html

Cuthbertson, A. (2022, marzo 24). Snap buys mind-reading headband maker. *Independent*. <https://www.independent.co.uk/tech/snap-next-mind-brain-computer-interface-b2042975.html>

De Lucia, V. (2017). Critical environmental law and the double register of the Anthropocene: A biopolitical reading. In L. J. Kotzé (Ed.), *Environmental law and governance for the Anthropocene* (pp. 97–116). Hart Publishing. <https://doi.org/10.5040/9781509906574.ch-005>



DW. (2021, octubre 8). Brain-computer interface: With these devices you can control machines with your mind | BCI explained. DW Shift. <https://www.youtube.com/watch?v=6QcY7v9Kio4&t=536s>

Echeverría, J. (2003). *La revolución tecnocientífica*. Fondo de Cultura Económica.

Esposito, R (2008). *Bios: Biopolitics and Philosophy*. Posthumanities.

Evans, S. (2024, febrero 2). Neuralink competitor one step closer to brain chip commercialization. *IoT World Today*. <https://www.iotworldtoday.com/health-care/neuralink-competitor-one-step-closer-to-brain-chip-commercialization#close-modal>

Foucault, M. (1997). *Discipline and punish: The birth of the prison*. Vintage Books.

Foucault, M. (2002). *Vigilar y castigar: Nacimiento de la prisión*. Siglo Veintiuno Editores.

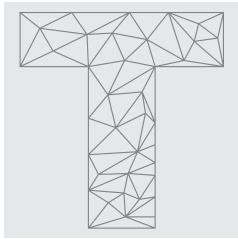
Friedrich, O., & Jox, R. (2017). Disorders of consciousness and the use of neuro-technologies. In L. Cabrera, K. S. Rommelfanger, & A. L. F. Salles (Eds.), *The Routledge handbook of neuroethics*. Routledge.

Fleming, P. (2014). Review article: When 'life itself' goes to work: Reviewing shifts in organizational life through the lens of biopower. *Human Relations*, 67(7), 875-901. <https://doi.org/10.1177/0018726713508142>

García, N. (2020). *Ciudadanos reemplazados por algoritmos*. Editorial UCR.

Gibson, W. (1984). *Neuromancer*. Ace Editions.

Göhring, D., Latotzky, D., Wang, M., & Rojas, R. (2012). Semi-autonomous car control using brain computer interfaces. In S. Lee, H. Cho, K. J. Yoon, & J. Lee (Eds.), *Intelligent autonomous systems 12*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-33932-5_37



Gómez-Luna, Eduardo, Fernando-Navas, Diego, Aponte-Mayor, Guillermo, & Betancourt-Buitrago, Luis Andrés. (2014). Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización. *DYNA*, 81(184), 158-163. <https://doi.org/10.15446/dyna.v81n184.37066>

González-Miranda, J., & Valverde, A. (2023). Bienestar animal en las ciencias agronómicas: Un enfoque desde la ética del biopoder y el bioderecho. *Revista Trama*, 12(1), 59-89. <https://doi.org/10.18845/tramarcsh.v12i1.7087>

Haraway, D. (2016). *A cyborg manifesto*. University of Minnesota Press.

Hardes, J. (2019). Governing sporting brains: Concussion, neuroscience, and the biopolitical regulation of sport. In J. W. Fry & M. McNamee (Eds.), *Sport, ethics, and neurophilosophy*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429401411>

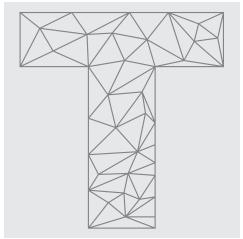
Harre, R (1989). Biopolitics, the Bio-Environment Curriculum Reforms. *Third B.I.O. International Conference*. Athens, Greece.

Jones, D. (2021, septiembre 4). Facebook apologizes after its AI labels Black men as 'primates'. *NPR*. <https://www.npr.org/2021/09/04/1034368231/facebook-apologizes-ai-labels-black-men-primates-racial-bias>

Kai, A., & Guan, C. (2013). Brain-computer interface in stroke rehabilitation. *Journal of Computing Science and Engineering*, 7(2), 139-146. <https://doi.org/10.5626/JCSE.2013.7.2.139>

Kharpal, A. (2024, febrero 20). Elon Musk says first Neuralink patient can control a computer mouse through thinking. *CNBC*. <https://www.cnbc.com/2024/02/20/elon-musk-says-neuralink-patient-can-control-a-mouse-through-thinking.html>

Ko, A., & Jecker, N. (2023, agosto 1). Brain-computer interfaces could let soldiers control weapons with their thoughts. *Freethink*. <https://www.freethink.com/futurology/brain-computer-interfaces-soldiers>



Kuhn, T. S. (2004). *La estructura de las revoluciones científicas* (2.^a ed. y 2.^a reimp.). Fondo de Cultura Económica.

Laje, A. (2020, marzo 21). El poder en tiempos de pandemia. *PanAm Post*. <https://panampost.com/agustin-laje/2020/03/21/el-poder-en-tiempos-de-pandemia/>

Lipp, B., & Maasen, S. (2022). Techno-bio-politics: On interfacing life with and through technology. *Nanoethics*, 16, 133–150. <https://doi.org/10.1007/s11569-022-00413-2>

Liu, A. (2017). *Brain-controlled interface for the motile control of spermatozoa: A biopolitical feminist work* (Tesis de maestría). Massachusetts Institute of Technology.

Lorenzini, D. (2020). Biopolitics in the time of coronavirus. *Critical Inquiry*, 47.

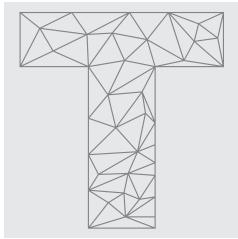
MacLeish, K. (2019). How to feel about war: On soldier psyches, military biopolitics, and American empire. *BioSocieties* 14, 274–299. <https://doi.org/10.1057/s41292-018-0127-y>

Manque, J. (2010). *Biopolítica como forma de vida paradójica: Un nuevo desafío*. Universidad Tecnológica Metropolitana del Estado de Chile.

Marcos, A. (2018). La filosofía política de la ciencia y el principio de precaución. In C. Beltrán & A. Velasco (Eds.), *Aproximaciones a la filosofía política de la ciencia* (pp. 155–182).

Miller, P. (1998). Genetic discrimination in the workplace. *Journal of Law, Medicine & Ethics*, 26(3), 189–197. <https://doi.org/10.1111/j.1748-720X.1998.tb01419.x>

Morrison, C. (2023, noviembre 17). Scientists are developing wearable computers that can read your brain, detect burnout and make you more productive. *Daily Mail*. <https://www.dailymail.co.uk/health/article-12763445/Scientists-developing-wearable-computers-READ-brain-detect-burn-out-make-productive.html>



Nguyen, T. (2018). Echo chambers and epistemic bubbles. *Episteme*, 17(2), 141-161.

<https://doi.org/10.1017/epi.2018.32>

Nussbaum, M. (2011). *Creating Capabilities: the human development approach*. The Belknap Press of Harvard University Press.

Nussbaum, M. (2023). Justice for Animals. *Our collective responsibility*. Simon & Schuster.

Pérez, N. (n.d.). El aborto es biopolítica y se justifica como un derecho: Agustín Laje. *Noticias Siete24*. <https://siete24.mx/vida-y-familia/el-aborto-es-bio-politica-y-se-justifica-como-un-derecho-agustin-laje/>

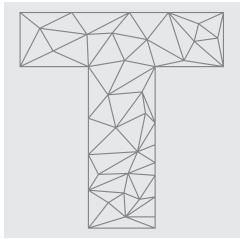
Powell, C. (2018, octubre 2). Elon Musk says we may live in a simulation. Here's how we might tell if he's right. NBC News. <https://www.nbcnews.com/mach/science/what-simulation-hypothesis-why-some-think-life-simulated-reality-noca913926>

Rodríguez, P. (2008). El renacimiento de la biopolítica: Notas para un balance. *Tramas*, 32, 63-69. Recuperado a partir de <https://tramas.xoc.uam.mx/index.php/tramas/article/view/544>

Rosa, H. (2013). *Social acceleration: A new theory of modernity*. Columbia University Press.

Roth, W., & Ivemark, B. (2018). Genetic options: The impact of genetic ancestry testing on consumers' racial and ethnic identities. *American Journal of Sociology*, 124(1), 150–184. <https://doi.org/10.1086/697487>

Sandoval, F (2024). Relationship between Biopolitics, Education and Environmental Policies Today. *African Journal of Biological Sciences* 6(4). <https://doi.org/10.48047/AFJBS.6.Si4.2024.1935-1950>



Saklofske, D., & Weiss, L. (2020). Mediators of IQ test score differences across racial and ethnic groups: The case for environmental and social justice. *Personality and Individual Differences*, 161: p. 2-8 <https://doi.org/10.1016/j.paid.2020.109962>

Sauer, M. (2022, abril 8). Elon Musk says humans could eventually download their brains into robots – and Grimes thinks Jeff Bezos would do it. CNBC. <https://www.cnbc.com/2022/04/08/elon-musk-humans-could-eventually-download-their-brains-into-robots.html>

Scangos, K., Makhoul, G., Sugrue, L., Chang, E., & Krystal, A. (2021). State-dependent responses to intracranial brain stimulation in a patient with depression. *Nature Medicine*, 27, 229–231. <https://doi.org/10.1038/s41591-020-01175-8>

Sfetcu, N. (2020). Biopolitics in the COVID-19 pandemic. *SetThings*. P. 2-11. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29380.04488>

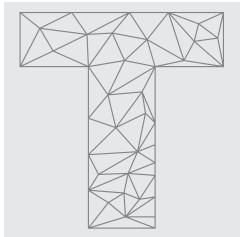
Steinert, S., & Friedrich, O. (2020). Wired emotions: Ethical issues of affective brain-computer interfaces. *Science and Engineering Ethics*, 26, 351–367. <https://doi.org/10.1007/s11948-019-00087-2>

Tai, K. (2022). Emergence of the 'digitalized self' in the age of digitalization. *Computers in Human Behavior Reports*, 6. <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2022.100191>

Toscano López, D.G. (2023). Unconcealing Contemporary Technology: Human Enhancement as Biopolitics of Vitality. In: Fritzsche, A., Santa-María, A. (eds) Rethinking Technology and Engineering. *Philosophy of Engineering and Technology*, vol 45. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-25233-4_19

Umoya, S. (2018). *Algorithms of oppression*. New York University Press.

Vivaldi, L. (2019). *Abortion in Chile: Biopolitics and contemporary feminist resistance* (Tesis doctoral). Goldsmiths, University of London.



Waltz, E. (2023, diciembre 20). The brain-implant company going for Neuralink's jugular. *IEEE Spectrum*. <https://spectrum.ieee.org/synchron-bci>

Williams, S. (2021). Brain-computer interface user types 90 characters per minute with mind. *The Scientist*. <https://www.the-scientist.com/brain-computer-interface-user-types-90-characters-per-minute-with-mind-68762>

Wire. (2023, marzo 28). EEGSmart launches personalized focused performance and meditation device to enhance mental wellness. *Wire News*. <https://www.newswire.com/news/eegsmart-launches-personalized-focused-performance-and-meditation-21990593>

Wolkenstein, A., Jox, R., & Friedrich, O. (2018). Brain–computer interfaces: Lessons to be learned from the ethics of algorithms. *Cambridge Quarterly of Healthcare Ethics*, 27, 635–646. <https://doi.org/10.1017/S0963180118000130>

Zhang, X., Zhang, T., Jiang, Y., Zhang, W., Lu, Z., Wang, Y., & Tao, Q. (2024). A novel brain-controlled prosthetic hand method integrating AR-SSVEP augmentation, asynchronous control, and machine vision assistance. *Heliyon*, 10(5): p. 2-22. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26521>

Zuboff, S. (2020). *La era del capitalismo de la vigilancia*. Ediciones Paidós.