

Autor / Author

LÓPEZ GONZÁLEZ, María
GARCÍA DÍAZ, David
Universidad Francisco de Vitoria

RECIBIDO / RECEIVED 24 de octubre de 2022

ACEPTADO / ACCEPTED 27 de octubre de 2022

PÁGINAS / PAGES De la 156 a la 169

ISSN / ISSN 2386-2912

Cuestiones bioéticas de los avances en ingeniería cibernética

Bioethical issues about developments in engineering cybernetics

Este artículo presenta dos objetivos principales, ambos relacionados con los planteamientos de la corriente transhumanista. El primero consiste en realizar una aproximación al aspecto tecnológico del transhumanismo, en concreto a su estado actual en cuanto a los avances en el ámbito de la ingeniería cibernética. Tras una introducción al concepto de transhumanismo, se expondrán algunos proyectos actuales que buscan desde la reparación de daños hasta el mejoramiento humano. Como ejemplo de la implementación de la tecnología con el objetivo de amplificar los sentidos, se presenta el concepto de cibernético. El segundo objetivo se centrará en presentar las cuestiones de carácter bioético que los avances en ingeniería cibernética plantean y que irán surgiendo a lo largo del artículo con el fin de ver cómo estos avances realmente pueden ponerse al servicio de la naturaleza humana y de su desarrollo integral.

#transhumanismo, #tecnología, #cibernética, #bioética, #naturaleza humana.

This article proposes two main objectives, both focusing on the issue of transhumanism. The first consists of an approach to the technological aspect of transhumanism, specifically its current state of progress in engineering and cybernetic fields. To this end, after an introduction to the concept of transhumanism, some of the projects will be exposed to current ones seeking from the repair of damage to human enhancement. As an example of the implementation of technology with the aim of amplifying the senses, the cyborg concept will be presented, as well as the proposals it puts forward. The second objective will focus on the bioethical issues raised by advances in cybernetic engineering that will arise throughout the article to see how these advances can really be put at the service of human nature and its integral development.

#transhumanism, #technology, #cybernetics, #bioethics, #human nature.

1. Transhumanismo: Origen y propuesta

El ser humano, desde su origen, está en constante búsqueda de desarrollo y adopción de nuevas cualidades y destrezas que amplíen sus límites en todos los ámbitos en los que interactúa y se desarrolla. El éxito evolutivo de la especie humana se debe precisamente a este inconformismo, a la aspiración constante del hombre por mejorar y perfeccionarse (Cortina y Serra, 2016). Este desarrollo no se da exclusivamente a nivel individual, sino que se da también a nivel colectivo, como sociedad y civilización.

En la confluencia entre el deseo constante de perfeccionamiento y las posibilidades que brinda el desarrollo de las nuevas tecnologías emerge la corriente de pensamiento conocida como transhumanismo (Bostrom, 2005). El primero en acuñar dicho término en 1957 en su obra *Nuevos odres para vino nuevo* fue J. Huxley, primer director general de la Unesco, biólogo, humanista y escritor británico, que define el transhumanismo del siguiente modo:

La especie humana puede, si lo desea, trascenderse a sí misma; no solo esporádicamente lo puede hacer un individuo aquí de una manera, un individuo allí de otra manera, sino que puede hacerlo en su totalidad la especie entera, como humanidad. Necesitamos un nombre para esta nueva creencia. Quizás la palabra transhumanismo sirva: el hombre permanece como hombre, pero se trasciende a sí mismo, al darse cuenta de nuevas posibilidades de y para su naturaleza humana (Huxley, 1957).

Antes de acuñar este término, en 1923, en su obra *Ensayos de un biólogo*, Huxley reflexiona sobre la posibilidad de un mejoramiento humano, un perfeccionamiento fisiológico, basado en una combinación intencionada de las facultades existentes (Huxley, 1949). En este mismo año, el genetista y biólogo británico J. B. S. Haldane, en su obra *Dédalo e Ícaro: El futuro de la ciencia*, analiza las capacidades y oportunidades que el hombre posee para una posible manipulación de las condiciones genéticas de su propia especie. Sostiene que el control genético traerá consigo grandes beneficios para el desarrollo de la especie humana, que deberían ser considerados (Haldane, 2005).

Posteriormente, en 1927, a través de su obra *Religión sin revelación*, Huxley expone por primera vez lo que denomina *humanismo evolutivo*, que es la fuente conceptual del término *transhumanismo*. A través de su obra, Huxley trata de justificar la eugenesia como una tarea urgente para la sociedad. Desde su punto de vista, el ser humano tiene el deber y la obligación moral de evolucionar haciendo uso de la ciencia y la tecnología (Huxley, 1967). A través de sus ensayos, el autor muestra el anhelo de que se lleve a cabo lo que él denomina *dirección consciente de la evolución*; defiende que el ser humano está llamado a determinar el rumbo y el orden de la naturaleza humana.

Robert Ettinger, padre de la criogenia, publica en 1962 *The prospect of immortality*, donde propone practicar la crioconservación de animales o incluso de seres humanos que no puedan ser mantenidos con vida a través de los medios que ofrece la medicina del momento, con el objetivo de lograr una posible resurrección y curación de estos en el futuro (Ettinger, 1964). Diez

años después, con la obra *Man into superman*, Ettinger, siguiendo los postulados de Haldane, lanza la idea de la introducción de mejoras tecnológicas en el organismo humano, con el fin de potenciarlo (Ettinger, 1972). Es por ello por lo que es considerado por algunos como uno de los precursores del movimiento transhumanista.

Fereidoun M. Esfandiary, más conocido como FM-2030, futurólogo y filósofo, en 1989 escribe la obra *Are you transhuman?*, en la cual define el término *transhumano* como un humano en transición, un individuo que, a través de su modo de vida y el uso de la tecnología, se dirige hacia un periodo de poshumanidad (FM-2030, 1989). FM-2030 considera que cuestiones tan diversas como el uso de prótesis, cirugía plástica o de las telecomunicaciones, la reproducción asistida, la falta de creencias religiosas, así como la desaprobación de los valores propios de la familia tradicional, entre otros, son rasgos necesarios e indicativos de la condición transhumana (Bostrom, 2005).

En 1992, M. More y T. Morrow fundan el Extropy Institute, en el cual convergen distintos grupos de futuristas y transhumanistas, con el objeto de ofrecer conferencias, foros de discusión de nuevas ideas que van surgiendo y, sobre todo, una red de contactos dentro del movimiento. Max More hace referencia al transhumanismo como un extropianismo o filosofía de la extropía, cuya meta es la modificación del cuerpo y mente humanos, lograda a través de una mejora continua por parte de la ciencia y tecnologías (Extropy Institute Mission, s.f.). El extropianismo propuesto por More se sustenta en la expansión más allá de los límites, la autotransformación y el uso de tecnología inteligente, buscando una sociedad abierta.

Max More entiende el transhumanismo en continuidad con el proceso evolutivo, siendo este un catalizador que propicia el surgimiento de la vida inteligente más allá de su forma humana actual, trascendiendo las limitaciones humanas por medio de la ciencia y la tecnología, guiadas por principios y valores que promuevan la vida. Según More, el transhumanismo hunde sus raíces en el humanismo, con el que comparte el respeto por la razón y la ciencia, el compromiso con el progreso, la valoración de la existencia humana (o transhumana) y la aplicación de unos valores racionales, aunque se diferencia de este al reconocer y anticipar las alteraciones radicales en la naturaleza humana como fruto de los avances en diversas ciencias y tecnologías, como la neurociencia, la nanotecnología y la neurofarmacología, que darían lugar a la extensión de la vida o la superinteligencia artificial, entre otras cuestiones (More, s.f.).

En 1998, Nick Bostrom, actual director del Future of Humanity Institute, funda junto con David Pearce la World Transhumanist Association (WTA), actualmente conocida como Humanity Plus, con el propósito de aunar todos los intereses transhumanistas en una organización internacional. El objetivo de esta organización es dotar al transhumanismo de fundamentos robustos, así como ampliar las capacidades humanas, abogando por un uso ético de la tecnología (Humanity+, s.f.).

Según N. Bostrom, por el término *transhumanismo* podemos entender lo siguiente:

El transhumanismo es un movimiento cultural, intelectual y científico que afirma el deber moral de mejorar las capacidades físicas y cognitivas de la especie humana, y de aplicar al hombre las nuevas tecnologías para eliminar aspectos no deseados y no necesarios de la condición humana, como son: el sufrimiento, la enfermedad, el envejecimiento e incluso la condición mortal (Bostrom, 2003).

También lo define como sigue:

Un movimiento vagamente definido que se ha desarrollado gradualmente en las últimas dos décadas. Promueve un enfoque interdisciplinario para comprender y evaluar las oportunidades que nos ofrece el avance tecnológico para mejorar la condición y el organismo humanos. Para ello serán consideradas en la discusión tanto las tecnologías actuales como la ingeniería genética y las tecnologías de la información, así como las que se hallan en desarrollo, la nanotecnología molecular y la inteligencia artificial (Bostrom, 2005).

Natasha Vita-More, una de las máximas representantes del transhumanismo, escribe en 1983 el *Manifiesto transhumanista*, en el cual defiende que ser transhumano es sinónimo de ser arquitecto de su existencia, con el objetivo de integrar la creatividad y la razón, con el propósito de la autoconciencia y la longevidad. Además de este manifiesto, los documentos principales que recogen las hipótesis del movimiento transhumanista son la *Declaración transhumanista* y las *Preguntas frecuentes transhumanistas*.

La *Declaración transhumanista* fue elaborada en 1998 y adoptada por Humanity Plus en 2009, tras varias modificaciones. Se compone de ocho puntos principales que exponen los fundamentos del transhumanismo. En concreto habla del potencial humano, dependiente según esta declaración de la ciencia y la tecnología futuras; los riesgos del mal uso de estas tecnologías, así como posibles escenarios que evitar; la necesidad de investigar para reducir los riesgos y ampliar y acelerar los posibles beneficios y oportunidades; la comunicación entre personas con el fin de llevar a cabo decisiones responsables; el planteamiento de políticas con una visión moral e inclusiva, teniendo en cuenta las responsabilidades morales para con las generaciones venideras; el bienestar general, y la defensa del uso de terapias, técnicas, procedimientos, tecnologías, etc., que permitan a las personas elegir cómo desarrollarse.

Para algunos transhumanistas, como J. Savulescu, el mejoramiento humano no se presenta solo como un derecho, sino que es una obligación moral por la cual los progenitores deben escoger los «mejores hijos», es decir, aquellos embriones sin patologías ni defectos, y con las mejores cualidades genéticas. Esto es denominado por Savulescu «beneficencia procreativa», que no es otra cosa que una eugenesia prenatal (Savulescu, 2001). El transhumanismo sostiene que la condición humana es inestable e incierta, y está en manos de la ciencia encaminarla hacia un estado de mejora y bienestar tanto personal como global.

Las *Preguntas frecuentes transhumanistas* (FAQ, por sus siglas en inglés) se desarrollan entre 1990 y 1998, aunque, como la *Declaración transhumanista*, se han actualizado con el paso de los años, y así continuará en la medida en que se vayan desarrollando nuevas tecnologías y adquiriendo conocimientos aún desconocidos. La primera versión de estas se basó en información proporcionada por el Extropy Institute. En las FAQ se recoge el consenso entre más de cincuenta transhumanistas sobre cuestiones relacionadas con el transhumanismo, facilitando así una fuente de información fiable y amplia sobre este tema, útil para expertos y nuevos en este campo.

En este documento, se define el transhumanismo como «una forma de pensar sobre el futuro que se basa en la premisa de que la especie humana en su forma actual no representa el final de nuestro desarrollo, sino una fase comparativamente temprana». En cuanto al concepto de *transhumano*, sostienen que es una «transición intermedia entre lo humano y un posible humano futuro o poshumano». Se define el concepto de poshumano como un «ser futuro cuyas capacidades superan tan radicalmente a las de los humanos actuales como para dejar de ser inequívocamente humanos según nuestros estándares actuales».

En las FAQ, se responde a muchas más preguntas sobre estos conceptos, sus aspectos prácticos, funcionamiento, formas de involucrarse y contribuir, aspectos sociales y políticos, riesgos, problemas y un largo etcétera de cuestiones relacionadas con este movimiento.

2. Medios tecnológicos en ingeniería cibernética

La atracción y la creciente incidencia que está teniendo la aplicación de las nuevas tecnologías al ser humano desemboca en una necesidad de analizar el estado actual de estas intervenciones desde el punto de vista técnico, así como de reflexionar sobre sus implicaciones bioéticas. El desarrollo tecnológico en áreas como la ingeniería genética, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), la nanotecnología o la inteligencia artificial (IA) ha dado lugar al desarrollo de numerosos proyectos que han logrado la producción de materiales más resistentes y de mejor calidad, utilizados, por ejemplo, para la elaboración de prótesis; el descubrimiento y la elaboración de sustancias que mejoran el rendimiento, como pueden ser algunos fármacos empleados en el ámbito deportivo; la investigación y desarrollo de nanorrobots, orientados, por ejemplo, a la reparación de tejidos y órganos; la implementación de mecanismos que amplían tanto las capacidades sensitivas como las cognitivas del ser humano; la criopreservación de algunos órganos, tejidos, células e incluso embriones o personas adultas; la fabricación de sustancias que permiten regular en cierto sentido algunos procesos de envejecimiento, tratando así de retrasarlo, e incluso la investigación, aún en vías de desarrollo, de mecanismos que hagan posible el volcado de la mente en un ordenador, buscando la inmortalidad.

Dejando a un lado aquellos avances que se realizan desde el sector biotecnológico, procuraremos ceñirnos a exponer algunas de las propuestas que se desarrollan dentro del ámbito de la ingeniería, aunque establecer una frontera clara no siempre es fácil. Más concretamente, nos centraremos en algunas de las intervenciones y proyectos que se están implementando en la actualidad en el ámbito de la ingeniería cibernética y en otros cuyo desarrollo está sobre la mesa, aunque su aplicación no sea más que hipotética por el momento.

En primer lugar, el desarrollo de prótesis. Los grandes avances en las tecnologías han permitido que las prótesis se asemejen cada vez más a las partes del cuerpo humano que tratan de reemplazar, no solo en cuanto a forma, sino en cuanto a movimientos, sensaciones y, sobre todo, funciones. Esto se debe principalmente a la capacidad de conexión cerebro-máquina, que se logra mediante implantes de electrodos en los nervios cuya función es interpretar seña-

les eléctricas emitidas por estos y traducirlas a los movimientos mecánicos correspondientes (Navarro, 2018). Las prótesis biónicas consiguen esta *autonomía* gracias al uso de sensores, procesadores, acelerómetros e inclinómetros, entre otros mecanismos de control. La rama de la ingeniería especializada en el estudio e implementación de aplicaciones tecnológicas cuyo objetivo es simular funcionamiento de los seres vivos mediante sistemas electrónicos y biológicos se denomina ingeniería biónica.

La evolución que han experimentado las prótesis supone un crecimiento exponencial de la mejora de calidad de vida de los pacientes. Según va aumentando el conocimiento y control del proceso encargado de la transmisión de señales y su posterior conversión a órdenes mecánicas, el campo de actuación de aplicaciones tecnológicas aumenta considerablemente. Los avances en la investigación de interfaces cerebro-máquina tienen un enorme potencial de cara a la restauración de funciones, pero estas prótesis podrían utilizarse incluso para otros fines más allá de los reparativos o de recuperación de funciones vitales perdidas. Hasta el momento, se ha demostrado que, gracias a ellas, se ha logrado el control neuroprotésico de extremidades robóticas (Hochberg *et al.*, 2012), tales como brazos, piernas, manos y pies, entre otros, o sintetizadores de voz (Anumanchipalli, Chartier y Chang, 2019), que se basan en la decodificación del habla con base en la actividad neuronal.

Un ejemplo de este desarrollo de la interfaz cerebro-máquina es el que está realizando actualmente Neuralink, empresa estadounidense fundada en 2016 por Elon Musk, especializada en BMI (*brain-machine interfaces*). El objetivo a corto plazo de esta empresa es paliar y tratar enfermedades causadas por desórdenes neurológicos y restaurar funciones sensoriales y motoras dañadas. A largo plazo, el objetivo buscado es realizar una integración de las interfaces cerebro-máquina como una tecnología imprescindible para el ser humano. El propio fundador de Neuralink ha manifestado su intención de lograr una simbiosis total entre el ser humano y esta tecnología (Neuralink, 2019), una especie de inteligencia artificial interna, más allá del primer objetivo a corto plazo, cuyo carácter es esencialmente terapéutico. Aunque aún no se ha logrado de forma completa esta conexión entre el ser humano y la máquina, la incorporación de la tecnología en el entorno de la salud es cada vez mayor. Esta interfaz neurodigital busca la conexión entre el cerebro humano y un dispositivo externo, permitiendo la transmisión de la información de forma bidireccional.

Otro ejemplo de proyecto que se está llevando a cabo dentro del ámbito son las prótesis neuromusculoesqueléticas que se están desarrollando en la Universidad Tecnológica de Chalmers, que conectan nervios, músculos y esqueleto del paciente (Ortiz-Catalán *et al.*, 2020). Mediante el anclaje de la prótesis al esqueleto (osteointegración), y a través de la implantación de electrodos en los nervios y músculos de la zona amputada, se logra la comunicación bidireccional entre el cerebro y la prótesis. Las señales de los sensores de la prótesis se transforman en señales eléctricas nerviosas.

Estos ejemplos son muestra de los numerosos proyectos sobre el control de prótesis con la mente que existen actualmente. Desde 2016, en la Universidad de California, Berkeley, se está desarrollando también una nueva forma de establecer esta relación, a través del polvo

neural: sensores neuronales de tamaño inferior a 1 mm que funcionan de forma inalámbrica. La intención es que este polvo neural pueda usarse para mandar señales a nervios y músculos, llevándose a cabo un control neural de forma remota (The New Now, 2018). Aunque estas conexiones aún se encuentran en vías de desarrollo, la unión entre lo electrónico y lo biológico está evolucionando a gran velocidad.

Otro ejemplo de tecnología con fines terapéuticos que lleva ya unos años implementándose son los exoesqueletos. Estas estructuras asisten problemas psicomotrices, y en caso de ser necesario aumentan las capacidades físicas del portador. Los exoesqueletos pueden ser pasivos o activos, en función de si contienen o no actuadores de movimiento y sistemas de control asociados a dichos actuadores. Por lo general, los exoesqueletos desarrollados con fines terapéuticos poseen sistemas inteligentes para el procesamiento y ejecución de funciones, y se adaptan al cuerpo del paciente para que este pueda realizar todo tipo de tareas.

La mayoría de los exoesqueletos se centran en la asistencia y la recuperación de movilidad de las extremidades inferiores, ya que estas son sumamente importantes para el desplazamiento y la autonomía de una persona. Un ejemplo de tecnología enfocada en este aspecto es el dispositivo ortopédico para la rehabilitación activa de la rodilla conocido como AKROD. Se trata de un exoesqueleto inteligente que corrige la hiperextensión de la rodilla en pacientes con accidente cerebrovascular (Weinberg *et al.*, 2007).

Existen también exoesqueletos que están orientados a la rehabilitación posoperatoria domiciliaria. Debido al aumento de fracturas articulares, se han desarrollado sistemas que hacen posible la recuperación desde la casa del paciente, lo que permite a los médicos realizar una prescripción, demostración y monitoreo de los protocolos de rehabilitación del paciente (Brutovsky y Novak, 2006).

Los exoesqueletos pueden estar también enfocados en la asistencia a personas con debilidad física, como, por ejemplo, el diseño de una articulación de cadera. Teniendo en cuenta aspectos como la anatomía humana, la comodidad y la autocolisión, hay proyectos que buscan establecer las conexiones adecuadas para ayudar de forma automática al movimiento de la articulación de la cadera de una persona que lo necesite, no por fractura, sino por debilidad (Singla *et al.*, 2006).

Aunque el uso más extendido de los exoesqueletos es en rehabilitación (Cardona, Spitia y López, 2010), pueden también estar diseñados con otros fines. Encontramos, por ejemplo, como gracias al uso de un exoesqueleto se puede optimizar la actividad extravehicular que un astronauta realiza. Esto se logra compensando la rigidez del traje espacial presurizado, disminuyendo de esta manera la fatiga del astronauta y proporcionándole ayuda mediante movimientos motorizados del dispositivo (Shields *et al.*, 1997). También encontramos el uso de exoesqueletos con fines militares que buscan aumentar tanto las habilidades como las capacidades del cuerpo humano. Un ejemplo de exoesqueleto con este fin es el conocido como *Berkeley lower extremity exoskeleton* (BLEEX), propuesto por el ingeniero mecánico Homayoon Kazerooni, de la Universidad de California, que aumenta la fuerza del piloto, permitiéndole cargar con objetos pesados.

Otro proyecto que se está ejecutando en la actualidad es la terapia de estimulación cerebral profunda (ECP) que compañías como Medtronic han desarrollado con el fin de contrarrestar de forma electrónica los temblores propios de la enfermedad de Parkinson. Esto se logra con la implantación quirúrgica de dos electrodos en áreas específicas del cerebro, unidos por unas extensiones subcutáneas a uno o dos neuroestimuladores. Mediante la estimulación de determinadas áreas del cerebro se logra entorpecer el envío de señales que provocan los síntomas característicos de esta enfermedad.

Aunque el objetivo principal de las prótesis, implantes, exoesqueletos y demás ejemplos mencionados es el de restituir aquellas habilidades que se han perdido o que no han llegado a desarrollarse correctamente, estas tecnologías están empezando a usarse para fines que van más allá de los terapéuticos. Algunas de estas nuevas tecnologías pueden llegar a lograr un mejoramiento de las capacidades humanas en la línea propuesta por los transhumanistas, como puede ser un ojo biónico con capacidad de ver luz ultravioleta o infrarrojos, o un implante coclear que sea capaz de oír más allá del intervalo de frecuencia al que es sensible el oído humano. En este sentido, se plantean varias cuestiones importantes: ¿Se puede decir sin más que es lícito utilizar la tecnología con una finalidad terapéutica para recuperar funciones perdidas, pero no si la finalidad es el mejoramiento mediante la adquisición o desarrollo de nuevas capacidades? ¿Puede decirse propiamente que la adquisición de nuevas capacidades implica una evolución del ser humano a través de la tecnología? Y la cuestión más importante, ¿suponen dichos avances una modificación de la propia naturaleza humana? ¿Cuáles son los criterios para discriminar si la aplicación de cada una de estas nuevas tecnologías sobre el ser humano es o no lícita?

Un ejemplo que muestra la aplicación de avances tecnológicos en seres humanos con fines más allá de los terapéuticos son los cibernéticos. El investigador, biólogo y filósofo Andrés Moya sostiene que el cibernético «se compone de partes orgánicas que se corresponden con órganos fundamentales del cuerpo humano, como, por ejemplo, el cerebro, y por materiales inorgánicos, producto de nanotecnologías y robótica avanzadas» (Simarro, 2007). El cibernético, por tanto, podría definirse como la unión de elementos orgánicos y mecanismos cibernéticos con el objetivo de lograr llevar a cabo una mejora de los primeros a partir de los segundos.

En 1998, Kevin Warwick, ingeniero, profesor e investigador, se implantó un chip subcutáneo mediante el cual era capaz de controlar, a través de señales emitidas por el dispositivo, puertas, luces, etc. En 2004, Warwick se instaló un nuevo chip más complejo, que le permitía conectarse a internet. Lo mismo hizo su esposa, pero con el fin de lograr una comunicación electrónica entre ambos. Ese mismo año, el artista y activista cibernético Neil Harbisson se instaló una antena en la cabeza, una especie de ojo electrónico que le permitía, según lo que él mismo sostiene, oír los colores de su alrededor. En 2007, la artista vanguardista Moon Ribas se implantó unos sensores en los pies que le permitían detectar la actividad sísmica.

En 2010, N. Harbisson y M. Ribas crean la Cyborg Foundation, una plataforma *online* de investigación, desarrollo y promoción de proyectos relacionados con la creación de nuevos sentidos y percepciones aplicando tecnología al cuerpo humano, cuya misión es ayudar a las personas a convertirse en cibernéticos, promover el arte cibernético y defender los derechos cibernéticos.

Según lo que señala la Cyborg Foundation, los cíborgs son una unión entre un organismo y lo cibernético, y, aunque sostienen que el concepto se encuentra en permanente evolución, parece que lo que los caracteriza es que recogen información a través de una serie de sentidos artificiales (AS, por sus siglas en inglés), donde los estímulos son recopilados por la tecnología, pero procesados y analizados por el ser humano en virtud de su inteligencia, a diferencia de la inteligencia artificial (IA), donde la inteligencia es desarrollada de manera autónoma por la propia máquina. Según este planteamiento, podría pensarse que algunos implantes terapéuticos, como, por ejemplo, los implantes cocleares, podrían suponer que su portador fuese considerado un cíborg, pues lo que se consigue a través de ellos es precisamente recopilar los estímulos que el individuo no es capaz de percibir sin ayuda de los implantes.

Neil Harbisson habla de que lo que lo caracteriza como cíborg es precisamente que el dispositivo que lleva implantando es parte de su cuerpo, una extensión de sus sentidos, y no un instrumento tecnológico como tal. Según él, pasó a ser un cíborg cuando la unión entre su organismo y antena desembocó en un nuevo sentido. Una de las características más destacables de su ojo electrónico es la capacidad de oír y percibir colores que no son visibles para el ser humano, como infrarrojos y ultravioletas, lo que supone una clara amplificación de sus sentidos.

Neil sostiene que el conocimiento viene de nuestros sentidos y que, por lo tanto, si ampliamos nuestros sentidos, extenderemos nuestros conocimientos. De esta forma, justifica la necesidad de la especie humana de evolucionar a partir de una implementación tecnológica que amplifique los sentidos, y que esta se base en los estímulos que algunos animales pueden percibir, y sin embargo los humanos no. Para él, la tecnología le permite sentir y, por consecuencia, conocer la realidad que lo rodea. Este poder llegar a conocer la realidad que nos rodea a partir de una sensibilidad amplificada por lo cibernético es considerado por él como el renacimiento de la especie humana (TEDx Talks, 2016).

Moon Ribas, artista vanguardista y cofundadora de Cyborg Foundation, habla de su profunda conexión con el planeta Tierra gracias a los sensores sísmicos que tiene implantados. Estos están conectados a sismógrafos y vibran con intensidad variable y en tiempo real cuando hay algún terremoto en cualquier parte del planeta. M. Ribas traduce su sensibilidad sísmica en el escenario a través de la interpretación y la danza. Recientemente, ha incorporado los terremotos lunares a sus sensores sísmicos y sostiene que, gracias a esta extensión de sus sentidos, los seres humanos son capaces de convertirse en «senstronautas» (Cyborg Arts, 2020), término que emplea para hacer referencia a la exploración y percepción del espacio a través de los sentidos, sin necesidad de ir a él. Ribas habla de que ser cíborg no es cuestión de tener un dispositivo u otro implantado en el cuerpo, sino de sentirte como tal.

Otro ejemplo de cíborg que representa a la perfección esta búsqueda de ampliación de los sentidos y de sus funciones es Rob Spence. Spence es conocido por llevar una cámara de vídeo en su ojo protésico, también denominado *eyeborg*, que le permite grabar imágenes y enviarlas a un receptor de datos externo, sin estar conectada a su nervio óptico. Spence ha logrado ir perfeccionando este dispositivo a través de varios prototipos, con el objetivo de ampliar cada vez más las funciones de este.

Los cíborgs se perciben a sí mismos como seres humanos y máquinas integrados en un mismo sistema. No hay una separación, desde su punto de vista, de lo orgánico y lo cibernético. Lo segundo es una ampliación de lo primero, pero no una ampliación externa o independiente, sino percibida como algo propio. Como explica Hugh Herr, ingeniero y profesor del MIT, un cíborg es aquel que, más allá de lograr una comunicación del cerebro con la parte artificial del cuerpo, puede sentir y recibir lo que sus complementos cibernéticos le transmiten (Herr, 2018). Es decir, es aquel en el que se da una comunicación bilateral entre la parte orgánica y la tecnológica, percibiéndose ambas como partes integradas de un mismo ser humano.

3. Discusión bioética

La llegada y desarrollo de las nuevas tecnologías y, en especial, su implementación en los seres humanos con fines supuestamente evolutivos y de mejoramiento ha traído consigo una gran cantidad de interrogantes de carácter bioético que no pueden quedar sin plantear. Muchos de estos dilemas giran en torno a conceptos antropológicos, como naturaleza humana, identidad, libertad, dignidad e integridad, entre otros.

Por lo tanto, es importante tener un criterio que nos ayude a discernir en qué casos los avances tecnológicos promueven el desarrollo integral de la persona y en qué casos estos atentan contra la naturaleza humana. No se puede suponer que, llevados por un optimismo tecnológico, todo cambio constructivo de la naturaleza humana que se puede lograr a través de la manipulación genética y fisiológica gracias a la tecnología es bueno y deseable (Postigo, 2019), pues no todo lo que suponga un avance a nivel científico o tecnológico conlleva un avance desde el punto de vista humano.

Algunos autores plantean problemas bioéticos relacionados con diferentes cuestiones, como la autonomía o la identidad del individuo en el que se implantan estas nuevas tecnologías, el impacto que pueden tener en el desarrollo de generaciones futuras o en la responsabilidad de los padres que quieren implementar estas nuevas tecnologías en sus hijos o a nivel sociopolítico por la igualdad de oportunidades en el acceso a las nuevas tecnologías y la exclusión que esto podría conllevar (Lee, 2016).

Es importante, desde el punto de vista bioético, considerar primeramente que la implementación de las tecnologías cibernéticas no produzca daño en el sujeto en el que se aplican. En este sentido, apostar por tecnologías que no sean invasivas y que respeten la integridad física del individuo es fundamental. Siguiendo el principio ético de no maleficencia, se debe ser especialmente escrupuloso en los protocolos de implementación para que estos sean seguros y que no entrañen un riesgo para la salud del ser humano. En este sentido, es importante ejercitar siempre la virtud de la prudencia con el fin de no causar un daño irreparable en aquellos que deciden someterse a la implementación de estas nuevas tecnologías. Del mismo modo, las tecnologías que busquen reemplazar o sustituir órganos o partes del cuerpo del organismo

no deben aplicarse, siguiendo escrupulosamente el principio terapéutico, sobre el organismo sano. Es por eso por lo que el desarrollo de tecnologías que no impliquen necesariamente el reemplazo se presentan como mejores y socialmente más responsables, pues no incitarían a la automutilación a aquellos individuos sanos que quisieran gozar de esas mejoras, además de tener un mayor potencial de mercado y marcar la frontera más claramente entre lo que es el cuerpo y el ente artificial (Carter y Palermos, 2016).

Es evidente que proyectos de aplicación tecnológica al ser humano —como, por ejemplo, las interfaces cerebro-máquina— pueden ayudar en gran medida a mejorar la calidad de vida de muchas personas, se utilicen o no con un fin terapéutico. Sin embargo, es necesaria una regulación de su implementación que garantice su uso de una forma ética y segura, y respetando siempre la integridad del ser humano.

En lo que respecta a la autonomía del individuo (Warwick, 2003), no parece por el momento que los implantes cibernéticos puedan anular la toma de decisiones libres por parte del individuo o interferir en ellas ni que vulneren el derecho a la intimidad de la persona, aunque, en función del desarrollo de la tecnología, podría llegar el momento en el que hubiera un conflicto con estas cuestiones. Sin embargo, se debe considerar como un aspecto relevante que los avances en cibernética, como ya sucede actualmente con otras tecnologías, vengán no solo a potenciar y a suplir las carencias o limitaciones operativas del ser humano, sino a sustituirlo. Esto supondría, sin duda, un empobrecimiento del individuo, que, lejos de ser asistido en sus funciones, sería ciertamente sustituido en ellas por la máquina. Se debe, por tanto, velar por el legítimo desarrollo del ser humano para que la tecnología no suponga un reemplazo, sino un facilitador.

Francis Fukuyama, politólogo estadounidense, habla del peligro que supone el transhumanismo en lo que respecta a la desigualdad que puede suponer entre los seres humanos, que rompe con el fundamento de toda sociedad democrática (Fukuyama, 2002). En lo concerniente a la brecha social que puede suponer que no todo el mundo tenga acceso a las nuevas tecnologías, parece que el desarrollo de la cibernética no supone un salto cualitativo en lo que respecta a la situación actual con respecto a otro tipo de tecnologías. Esta cuestión, relacionada con el principio de justicia, es compleja, por implicar factores económicos, sociales, culturales y políticos, y requiere de una solución integral que vaya a la raíz de todos estos factores, asumiendo que la limitación de recursos es un hecho. Las posibilidades adquisitivas, como se ha hecho patente con otras tecnologías, irán evolucionando a medida que los costes de producción se vean reducidos, como ha sucedido con el acceso a los *smartphones*, las impresoras 3D o los análisis genéticos, que han ido popularizándose a medida que la tecnología se ha desarrollado y se han ajustado los costes. Si bien hay que tener en cuenta estas cuestiones, no nos parece que puedan esgrimirse como el argumento decisivo a la hora de no promover el desarrollo y la aplicación de nuevas tecnologías que supongan un bien para muchas personas, aunque no sean accesibles a todas.

Más allá de estas consideraciones, la cuestión antropológica de fondo que se presenta más relevante ante la aplicación de la cibernética en el ser humano es si la adquisición de nuevas capacidades supone un cambio sustancial que pudiera afectar a la naturaleza humana o tan solo cam-

bios accidentales. Otra cuestión importante que abordar es si el desarrollo de la tecnología puede transformar la naturaleza humana o más bien solo puede potenciar aquello que es más propiamente humano por cuanto esta es manifestación y expresión de lo que el ser humano es de suyo.

Encontramos, en general, tras las propuestas transhumanistas, un uso reduccionista, cuando no inexistente, del concepto de naturaleza humana. La naturaleza humana no puede reducirse únicamente a un conjunto de facultades y operaciones (Fernández, 2009), aunque estas sean manifestación de aquella. Del mismo modo que una persona que se ve privada de una facultad o función propiamente humana no ve alterada su naturaleza y su dignidad, la adquisición de nuevas capacidades operativas no implica necesariamente una transformación de la naturaleza humana, aunque estas capacidades no estuvieran presentes en un principio dentro de sus capacidades biológicas. En ese sentido, tampoco se puede reducir lo natural a lo biológico, pues el ser humano es de suyo un ser cultural por naturaleza.

Entendemos al ser humano como un ser abierto a la realidad, un ser que desea encontrarse con todo lo que lo rodea, y por ello está en constante búsqueda. La racionalidad, la trascendencia, la sociabilidad, la cultura o la capacidad de transformar la realidad son manifestaciones de la singular naturaleza humana, que se expresan, de algún modo, en el desarrollo tecnológico. La tecnología, como otras expresiones humanas, puede ayudar a desplegar la propia naturaleza de la persona aumentando las posibilidades de realización creativa en la relación con la realidad y con uno mismo. No hay nada más propiamente humano que el querer conocer más la verdad, el querer obrar más el bien, el buscar incansablemente la belleza que la realidad encierra; en ese sentido, los medios que lo potencian pueden ser considerados como un factor de humanización, amén de las consideraciones éticas anteriormente señaladas.

Parece importante, por tanto, profundizar en qué es lo propio de la naturaleza humana para distinguir cuáles de las propuestas de las que pudiéramos llamar de mejoramiento velan por el desarrollo integral del ser humano potenciando sus posibilidades creativas y de relación con la humanidad y cuáles de ellas, por su parte, atentan contra nuestra propia humanidad. Solo un concepto sólido y bien fundado de naturaleza humana permite establecer el criterio último que permita decidir la licitud de la aplicación de una determinada tecnología al ser humano.

4. Bibliografía

- Adam, J. y Orestis, S. (2016). Is having your computer compromised a personal assault? The ethics of extended cognition. *Journal of the American Philosophical Association*, 2(4), 542-560.
- Anumanchipalli, G., Chartier, J. y Chang, E. (2019). Speech synthesis from neural decoding of spoken sentences. *Nature*, 568, 493-498. Recuperado de <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1119-1>
- Berkeley Robotics & Human Engineering Laboratory (s.f.). *Bleex*. Recuperado de <https://bleex.me.berkeley.edu/research/exoskeleton/bleex/> (Consulta: 14 de agosto de 2021).
- Bostrom, N. (2005a). Transhumanist values. *Journal of Philosophical Research*, 30(9999), 3-14. Recuperado de https://doi.org/10.5840/jpr_2005_26
- Bostrom, N. (2005b). A history of transhumanist thought. *Journal of Evolution and Technology*, 14.

- Brutovsky, J. y Novak, D. (2006). Low-cost motivated rehabilitation system for post-operation exercises. *Conference Proceedings: Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Annual Conference, Suppl*, 6663-6666. Recuperado de <https://doi.org/10.1109/IEMBS.2006.260915>
- Cardona, M. A. C., Spitia, F. R. y López, A. B. (2010). Exoesqueletos para potenciar las capacidades humanas y apoyar la rehabilitación. *Revista Ingeniería Biomédica*, 4(7), 63-73.
- Cortina, A. y Serra, M.-À. (2016). *Humanidad infinita: Desafíos éticos de las tecnologías emergentes*. Madrid: Ediciones Internacionales Universitarias.
- Cyborg Arts (s.f.). *cyborgarts2020*. Recuperado de <https://www.cyborgarts.com> (Consulta: 24 de mayo de 2021).
- Cyborg Foundation (s. f.). *cyborgfoundation*. Recuperado de <https://www.cyborgfoundation.com> (Consulta: 6 de mayo de 2021).
- Ettinger, R. C. W. (1964). *The prospect of immortality*. Nueva York: Doubleday.
- Ettinger, R. C. W. y Bostrom, N. (1972). *Man into Superman: The startling potential of human evolution and how to be part of it*. Ria University Press.
- Extropy Institute Mission (s.f.). *About Extropy Institute*. Recuperado de <http://www.extropy.org/About.htm> (Consulta: 28 de abril de 2021).
- Fernández, H. V. (2009). Transhumanismo, libertad e identidad humana. *THÉMATA. Revista de Filosofía*, 0(41), art. 41. Recuperado de <https://revistascientificas.us.es/index.php/themata/article/view/594>
- FM-2030 (1989). *Are you a transhuman?: Monitoring and stimulating your personal rate of growth in a rapidly changing world*. Nueva York: Warner Books.
- Fukuyama, F. (2002). *Our posthuman future: Consequences of the biotechnology revolution* (1.ª ed). Nueva York: Farrar, Straus and Giroux.
- Haldane, J. B. S. (2005). *Dédalo e Icaro: El futuro de la ciencia*. Oviedo: KRK.
- Herr, H. (2018). *How we'll become cyborgs and extend human potential*. Conferencia TED. Recuperado de https://www.ted.com/talks/hugh_herr_how_we_ll_become_cyborgs_and_extend_human_potential
- Hochberg, L., Bacher, D., Jarosiewicz, B., Masse, N. Y., Simeral, J. D., Vogel, J., Haddadin, S., Liu, J., Cash, S. S., Van der Smagt, P. y Donoghue, J. P. (2012). Reach and grasp by people with tetraplegia using a neurally controlled robotic arm. *Nature*, 485(7398), 372-375. Recuperado de <https://doi.org/10.1038/nature11076>
- Humanity+ (s.f.). *Elevating the human condition*. Recuperado de <https://humanityplus.org/> (Consulta: 9 de abril de 2021).
- Humanity+ (s.f.). *Transhumanist declaration*. Recuperado de <https://humanityplus.org/transhumanism/transhumanist-declaration/> (Consulta: 28 de abril de 2021).
- Humanity+ (s.f.). *Transhumanist FAQ*. Recuperado de <https://humanityplus.org/transhumanism/transhumanist-faq/> (Consulta: 28 de abril de 2021).
- Huxley, J. (1949). *Ensayos de un biólogo*. Buenos Aires: Edit. Sudamericana. Recuperado de <https://biblioteca.ufm.edu/library/index.php?title=181007&lang=&query=@title=Special:GSMSearchPage@process=@autor=HUXLEY,%20JULIAN,%201887-%20@mode=&recnum=1&mode=>
- Huxley, J. (1957). *New bottles for new wine*. Londres: Chato Windus.
- Huxley, J. (1967). *Religión sin revelación*. Buenos Aires: Edit. Sudamericana.
- Lee, J. (2016). Cochlear implantation, enhancements, transhumanism and posthumanism: some human questions. *Science and Engineering Ethics*, 22(1), 67-92.
- Medtronic (s.f.). *Tratamiento para la enfermedad de Parkinson con terapia DBS*. Recuperado de <https://www.medtronic.com/es-es/tu-salud/tratamientos-y-terapias/enfermedad-parkinson/tratamiento.html> (Consulta: 20 de mayo de 2021).
- More, M. (s.f.). *Transhumanism. Toward a futurist philosophy*. Recuperado de <https://www.scribd.com/doc/257580713/Transhumanism-Toward-a-Futurist-Philosophy> (Consulta: 2 de mayo de 2021).

- Navarro, I. S. (2018). Prótesis biónicas, biología y tecnología. *Panorama Actual del Medicamento*, 42 (411), 256-259
- Neuralink (17 de julio de 2019). *Neuralink launch event*. YouTube. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=f-vbh3t7WVI>
- Ortiz-Catalán, M., Mastinu, E., Sassu, P., Aszmann, O. y Brånemark, R. (2020). Self-contained neuromusculoskeletal arm prostheses. *New England Journal of Medicine*, 382(18), 1732-1738. Recuperado de <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1917537>
- Postigo, E. (2019). Bioética y transhumanismo desde la perspectiva de la naturaleza humana. *Arbor*, 195(792). Recuperado de <https://doi.org/10.3989/arbor.2019.792n2008>
- Savulescu, J. (2001). Procreative beneficence: Why we should select the best children. *Bioethics*, 15(5-6), 413-426. Recuperado de <https://doi.org/10.1111/1467-8519.00251>
- Shields, B. L., Main, J. A., Peterson, S. W. y Strauss, A. M. (1997). An anthropomorphic hand exoskeleton to prevent astronaut hand fatigue during extravehicular activities. *IEEE Transactions on systems, man, and cybernetics. Part A: Systems and humans*, 27(5), 668-673. Recuperado de <https://doi.org/10.1109/3468.618265>
- Simarro, A. M. (2007). Hombres y «cyborgs». *Ludus vitalis: Revista de Filosofía de las Ciencias de la Vida*, 15(28), 227-230.
- Singla, E., Dasgupta, B., Kondak, K., Fleischer, C. y Hommel, G. (2006). *Optimal design of an exoskeleton hip using three-degrees-of-freedom spherical mechanism*. Recuperado de <https://www.semanticscholar.org/paper/OPTIMAL-DESIGN-OF-AN-EXOSKELETON-HIP-USING-Singla-Dasgupta/a08171487004160a45765ebd5165ee2bb2463e08>
- TEDx Talks (16 de junio de 2016). *El renacimiento de nuestra especie*. Neil Harbisson. TEDxMexicoCity. YouTube. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=413tYhYJkrc>
- The New Now (16 de mayo de 2018). *Sensores neuronales inalámbricos diminutos*. Recuperado de <https://www.thenewnow.es/tecnologia/sensores-neuronales-inalambricos/>
- Vita-More, N. (1983). *The transhumanist manifesto*. Recuperado de <https://humanityplus.org/transhumanism/transhumanist-manifesto/> (Consulta: 28 de abril de 2021).
- Warwick, K. (2003). Cyborg morals, cyborg values, cyborg ethics. *Ethics and Information Technology*, 5(3), 131-137. Recuperado de <https://doi.org/10.1023/B:ETIN.0000006870.65865.cf>
- Weinberg, B., Nikitczuk, J., Patel, S., B., P., Mavroidis, C., Bonato, P. y Canavan, P. (2007, abril 10). Design, control and human testing of an active knee rehabilitation orthotic device. *Proceedings. IEEE International Conference on Robotics and Automation*. Recuperado de <https://doi.org/10.1109/ROBOT.2007.364113>