

## **LAS PERSONAS COMO SUJETOS DE INVESTIGACIÓN: ¿APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA GENÉTICA PARA MEJORAR PERSONAS HUMANAS Y CURAR LA VEJEZ?**

**Por Alejandra Mariel Lovat<sup>1</sup>**

*Fecha de recepción: 26 de noviembre de 2021*

*Fecha de aprobación: 1 de diciembre de 2021*

ARK CAICYT: <http://id.caicyt.gov.ar/ark:/s23470151/ff53u2xoo>

### **Resumen**

El presente trabajo constituye un avance de la investigación que la autora viene trabajando desde el año 2020 en el que pretende demostrar que la activa participación de los Comités de Bioética y de Ética en Investigación aseguran la sustentabilidad moral de la práctica asistencial y la investigación clínica en Argentina.

Para ello resulta prioritario advertir los ensayos clínicos que se llevan a cabo en la Argentina, así como sus avances y aplicación práctica dentro del mundo de la meca tecnología en colaboración con otros países en los cuales una de sus principales inversiones es la tecnología.

El uso de la inteligencia artificial en los ensayos clínicos, los avances en criogenización humana, el interés en la conexión de los cerebros a las computadoras,

---

<sup>1</sup> Abogada de la Universidad de Buenos Aires (UBA). Doctora en Derecho por la Universidad de Ciencias Empresariales y Sociales (UCES). Miembro del Instituto de Investigación en Formación Judicial y Derechos Humanos (UCES). Investigadora de UCES en el Proyecto de Investigación “La protección de la salud y dignidad de las personas bajo la luz de la bioética en Argentina” dirigido por la Dra. Paola Urbina. Directora de Planeamiento de la Secretaría de Medios y Comunicación Pública de la Nación.

la implantación de *chips* en el cuerpo como método de mejoramiento humano o de la salud, la posibilidad de la utilización de la ingeniería genética mediante el uso del CRISPR-Cas 9 para la cura de enfermedades, las diversas técnicas para la procreación de “mejores” humanos, en una analogía con las cirugías estéticas, así como los tratamientos para combatir la “vejez” como enfermedad humana, son algunos de los temas sobre los que la autora se propone reflexionar.

### **Abstract**

The present work constitutes an advance of the research that the author has been working on since 2020 in which she intends to demonstrate that the active participation of the Bioethics and Research Ethics Committees ensures the moral sustainability of healthcare practice and clinical research in Argentina.

For this, it is a priority to note the clinical trials that are carried out in Argentina, as well as their advances and practical application within the world of technology mecca in collaboration with other countries in which one of their main investments is technology.

The use of artificial intelligence in clinical trials, advances in human cryogenization, the interest in connecting brains to computers, the implantation of chips in the body as a method of human or health enhancement, the possibility of utilization of genetic engineering through the use of CRISPR-Cas 9 for the cure of diseases, the various techniques for the procreation of "better" humans, in an analogy with cosmetic surgeries, as well as treatments to combat "old age" such as human disease, are some of the issues on which the author proposes to reflect.

### **Resumo**

O presente trabalho constitui um avanço da pesquisa que a autora desenvolve desde 2020, na qual pretende demonstrar que a participação ativa dos Comitês de

Bioética e Ética em Pesquisa garante a sustentabilidade moral da prática assistencial e da pesquisa clínica na Argentina.

Para isso, é prioritário observar os ensaios clínicos que se realizam na Argentina, bem como seus avanços e aplicação prática dentro do mundo da tecnologia meca em colaboração com outros países nos quais um de seus principais investimentos é a tecnologia.

O uso da inteligência artificial em ensaios clínicos, os avanços na criogenização humana, o interesse em conectar cérebros a computadores, a implantação de chips no corpo como método de melhoria da saúde humana ou humana, a possibilidade de utilização da engenharia genética por meio do uso do CRISPR -Cas 9 para a cura de doenças, as várias técnicas de procriação de “melhores” humanos, em analogia com as cirurgias estéticas, bem como os tratamentos de combate à “velhice” como as doenças humanas, são alguns dos temas sobre os quais o autor se propõe a refletir.

### **Palabras clave**

Mejora humana, ingeniería genética, conexión cerebral, criogenización, curar la vejez.

### **Keywords**

Human enhancement, genetic engineering, brain connection, cryogenization, cure old age.

### **Palavras chave**

Aprimoramento humano, engenharia genética, conexão do cérebro, criogenização, cura da velhice.

## 1. Introducción

La pregunta principal de nuestro trabajo es responder: ¿de qué manera cabe asegurar la sustentabilidad moral de la práctica asistencial y la investigación clínica en Argentina?

Sin embargo, con este avance de investigación no sólo respondemos en relación a la misma, sino también respecto de los ensayos clínicos internacionales que nos atañen en tanto los equipos científicos de la Argentina trabajan en colaboración con los de muchos países que se encuentran en la meca de la tecnología.

Asimismo, sostenemos como hipótesis que la activa participación de los Comités de Bioética y de Ética en Investigación aseguran la sustentabilidad moral de la práctica asistencial y la investigación clínica en Argentina.

El tipo de diseño empleado es no experimental, transversal y descriptivo, el abordaje que dimos al tema seleccionado fue cualitativo bajo un paradigma interpretativista.

En relación a los objetivos específicos, pretendemos transversalizar los siguientes: señalar los aspectos éticos involucrados en el funcionamiento de los comités; determinar las prácticas asistenciales e investigaciones clínicas sujetas a la intervención de los Comités de Bioética y de Ética en Investigación, respectivamente; identificar los problemas prácticos que surgen en torno a la práctica asistencial y la investigación clínica en Argentina; determinar la existencia de antecedentes legislativos nacionales, regionales e internacionales que contemplen aspectos jurídicos y bioéticos de la práctica asistencial y la investigación clínica.

En los próximos ítems vamos a hablar sobre los ensayos clínicos de alta tecnología que se desarrollan en Argentina, las posibilidades de mejorar al ser humanos con el uso de la ingeniería genética, la criogenización como técnica de supervivencia en otra época en el futuro con más tecnología, el tratamiento de la “vejez” como enfermedad y conexión cerebro-máquina como una forma de tratamiento para enfermedades o incapacidades, o incluso, como facilitación de la vida cotidiana.

También sobre los movimientos transhumanistas y posthumanistas que se formaron con motivo de esta importante evolución.

Todos estos temas se encuentran conectados por la necesidad de debate ético para concluir en ciertas premisas o principios a adoptar para cada una de las tecnologías.

Todas ellas también, se encuentran relacionadas y son parte de la cuarta revolución industrial “la tecnológica” (Salvatto y Salvatto, 2021, p. 79).

No se parece nada a las anteriores y tendrá un impacto tres mil veces mayor, porque se trata de la incorporación de tecnologías que fusionan los mundos físico, digital y biológico a nuestras vidas cotidianas y sistemas productivos, con la complejidad extra que este cambio se da a gran velocidad y en todos los ámbitos de nuestras vidas. Nos hace terriblemente dependientes.

Esta revolución se caracteriza por tres puntos en los que se basa: alcance, crecimiento exponencial y potencial democratizador (Salvatto y Salvatto, 2021, p. 81).

La gente de derecho no se encuentra exenta, ya que progresivamente estas tecnologías conllevan nuevos y modernos problemas que resolver, y el Derecho no puede ni debe quedarse atrás. Desde los conflictos por la privacidad de nuestros datos personales, por el acceso a la nueva y resignificada “salud”, hasta las controversias por el derecho al trabajo como cualidad de dignidad para los seres humanos hasta los derechos derivados de la previsión social, así como un acuerdo mundial internacional respecto del uso de internet, son algunos de los temas que tenemos que pensar.

Si bien pareciera que la Argentina está exenta o lejana a estos temas, la realidad es que nuestros científicos se encuentran desarrollando en colaboración internacional parte de esta tecnología avanzada, y les cabe a los Comités de Ética en Investigación no sólo observar las prácticas, sino también analizar las consecuencias a largo plazo de las mismas para todos/as.

## **2. El uso de la Ingeniería genética para la mejora humana**

### **2.1 Ensayos clínicos en Argentina para la mejora humana: el uso de la interfaz cerebro-computadora como herramienta para rehabilitación de pacientes**

Las Dras. Carolina Tabernig y Carolina Carrere, ambas bioingenieras pertenecientes a un equipo de científicos del Laboratorio de Ingeniería en Rehabilitación e Investigaciones Neuromusculares y Sensoriales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Entre Ríos, Oro Verde, Argentina, junto al Departamento de Ciencias de la Salud y Tecnología de Aalborg University, Dinamarca nos dieron una entrevista el 1 de junio de 2021 con motivo de uno de los ensayos clínicos que estudia los sistemas basados en interfaces cerebro-computadora –BCI por *Brain Computer Interface*- como herramientas para rehabilitación de personas que sufrieron ACV que padecen sus secuelas.

En el ensayo clínico “Evaluación de Desempeño de un Sistema Basado en Interfaz Cerebro Computadora por Imaginería Motora y Realidad Virtual: Cambios entre y las sesiones de uso” el BCI permite a través del uso de la imaginación motora del paciente o intención de movimiento, denominado IM, que pueda efectuar los movimientos, que no puede hacer normalmente con motivo de la secuela neurológica, a través de su propia animación virtual.

Para ello, el cerebro del paciente es conectado mediante una gorra con electrodos al BCI, sistema de registro y amplificación de la señal de electroencefalografía que registra la actividad cerebral, la computadora procesa la señal en tiempo real y cada vez que se detecta la señal en forma exitosa, el avatar del paciente usuario reproduce el movimiento.

El paciente puede ver los movimientos de su avatar a través de una pantalla colocada frente a la persona en posición de espejo; entonces al imaginar el movimiento de dorsiflexión de uno de los pies, por ejemplo, su avatar realiza el movimiento del pie cuando recibe la señal de comando por medio de una aplicación de realidad virtual basada en la plataforma de simulación V-REP PRO EDU 3.0.

Ello significa que este sistema IM-BCI intenta inducir la restauración del hemisferio dañado post-ACV a través de la imaginación o la intención de mover el miembro afectado otorgando la posibilidad de regeneración neuronal.

La conclusión de este trabajo resultó sumamente positiva ya que facilita la formación de conexiones plásticas, neuronales, que permiten reincorporar parte del control motor perdido demostrando la eficacia del sistema IM BCI+RV como herramienta de rehabilitación para personas con secuelas de ACV.

Sin embargo, también se concluyó que el grado de la rehabilitación del paciente dependerá en gran medida de la habilidad, capacidad de concentración y del estado mental del individuo para realizar dicha imaginación teniendo en cuenta que este tipo de usuarios con secuelas neurológicas tienen sus capacidades de concentración y otros aspectos cognitivos afectados por la lesión (Tabernig et al., 2017).

El éxito en este tipo de ensayo clínico da lugar a la propuesta de implementación en rehabilitación no sólo de pacientes con secuelas de ACV, sino también para patologías como esclerosis múltiples, Parkinson, rehabilitación motora y cognitiva entre otros.

Pudimos concluir que los ensayos clínicos de tecnología médica de este tipo en Argentina son muy pocos y que muchos de ellos se llevan a cabo paralelamente en países desarrollados.

Las bioingenieras entrevistadas nos comentaron que en la mayoría de los ensayos para la recuperación motora de algunas de las secuelas neurológicas tras un ACV las investigaciones de ingeniería médica se realizan con interfaces cerebro-máquina, electrodos que se colocan en el cuero cabelludo, siendo que un *software* detecta la “intención o señal motora cerebral” que, conectado a través de un dispositivo ayuda, por ejemplo, a abrir la mano al paciente imposibilitado de hacerlo.

El *software* corre por una computadora y el *hardware* con un equipo que permite el movimiento impedido, por ejemplo “abrir la mano”, generando la neuroplasticidad, es decir la recuperación de las conexiones neuronales, para que al final del tratamiento el paciente pueda realizar los movimientos por sí mismo.

Para montar una BCI se requiere del usuario, el equipamiento para el registro de electroencefalografía, una computadora con el *software* necesario y un dispositivo externo para la terapia de rehabilitación. Cabe mencionar que el BCI va a generar una señal de comando que puede activar distintos dispositivos, activador eléctrico funcional, un avatar, un video juego, una interfaz visual como anteojos de realidad virtual, realimentando al usuario con lo que intenta o imagina hacer.

El *software* es de inteligencia artificial, lo más costoso es el amplificador para la detección de la señal de ejé.

Desde el punto de vista de este tipo de ensayos clínicos lo que falta es un estudio clínico que permita determinar cuánto tiempo perdura la mejora tras el tratamiento con BCI.

Es menester destacar que para los pacientes que tuvieron un ACV la zona que resultó dañada tiene sus células muertas, como no se pueden recuperar, lo que se busca con esta tecnología es que las células aledañas, sector circundante, puedan generar nuevas conexiones, tomar el control, reactivarse y así el paciente pueda recuperar parte de la función motora que, aunque no podrá regenerarse totalmente, podrá mejorar su condición.

Los resultados esperados son positivos, porque el sector cerebral que se censa es la zona dañada para generar la neuroplasticidad, por lo que se descarta la posibilidad de un efecto no deseado.

Este tipo de estudios fue pasado por el Comité de Ética de la fundación rosarina de neurorehabilitación, y el Comité de Bioética de la Provincia de Entre Ríos.

Este resulta un paso muy importante en nuestro país en lo que a bioingeniería de terapia de rehabilitación cognitiva refiere, así como, a nuestro criterio, incurrir en la utilización de sistemas que permitan la conexión cerebro-computadora con la intención de lograr un “mejoramiento humano”.



## **2.2 La ingeniería genética como herramienta: ¿para procrear mejores humanos?**

Actualmente el ser humano está en plena transformación orgánica a un ritmo rápido que podría explicarse por la mejor nutrición y tal vez las mejoras en la higiene, la salud pública y otros factores socio-económicos.

Algunos cambios han sido el incremento de la altura media, por ejemplo, en el caso de los hombres jóvenes de Europa occidental, en 11 centímetros en un siglo, con tendencias similares en otros países desarrollados respecto al peso y el comienzo más temprano de la pubertad; y si bien estas modificaciones no implican una evidente mejora, en cambio el incremento del CI, cociente intelectual, medio en amplias partes del mundo durante varias décadas en 0.3 de CI puntos por año resulta una mejora humana más visible por la intervención de la alfabetización y la educación, como causas de cambio biomédico en el cerebro de los seres humanos (Häggström, 2016, p. 40; Manes y Niro, 2018, pp. 115-116).

Probablemente en los próximos años sea posible crear o regenerar el tejido neuronal que compone el cerebro con importantes implicados en el tratamiento de enfermedades como la demencia. Existen algunas “drogas inteligentes” que podrían potenciar el funcionamiento cognitivo en personas sanas con el efecto de potenciar las habilidades sensoriales, la memoria, el estado de alerta, la atención y el control inhibitorio (Manes y Niro, 2018, pp. 118-119).

Otros inductores de mejora en el aspecto y el rendimiento humano son, sin dudas, el botox, el viagra e incluso el prosac. Y es que la mejora tiene como fin el aumento de la funcionalidad superando lo considerado “normal” en el ser humano (Häggström, 2016, p. 41).

El CI es aquel número que permite medir la capacidad intelectual, o inteligencia, de las personas y es obtenido mediante la realización de una evaluación. El valor debe encontrarse entre un 90 y un 109, el más común es el 100, la clasificación del coeficiente intelectual es la siguiente:

- Rango de CI de 130 o más: inteligencia muy superior.

- Rango de CI entre 120-129: inteligencia superior.
- Rango de CI entre 110-119: inteligencia normal brillante.
- Rango de CI entre 90-109: inteligencia normal promedio.
- Rango de CI entre 80-89: inteligencia normal lenta.
- Rango de CI entre 70-79: inteligencia limítrofe.
- Rango de CI hasta 69: deficiencia mental.

El CI de un ser humano promedio se encuentra entre los valores 90 y 109. Resulta interesante saber que el CI puede ir aumentando durante la vida, además también aumenta progresivamente con cada generación (Babarro Rodríguez, 2019).

El CI no es la inteligencia, sino una medición de ella. La inteligencia nos ayuda a desenvolvemos en la vida y progresar; ahora esa medición muestra como dato estadístico a nivel grupal cómo se encuentra una persona en esa escala, pero no dice nada de cómo será su vida (Nordengen, 2018 p. 196).

El factor de éxito no está determinado por una inteligencia alta, de hecho el sistema escolar está diseñado para el promedio y el niño/a con alta inteligencia normalmente se aburre y se pone inquieto/a, a la larga el progreso de aprendizaje lento y los pocos desafíos en relación con el potencial provocarán que ese niño/a adquiera en la adultez malos hábitos en el trabajo y que no llegue a las metas que podría haber alcanzado, además de las dificultades para adaptarse socialmente, ya que en la definición original de CI se divide la edad mental por la edad cronológica (p. 203).

Ahora bien, dejando de lado las mejoras que pudieron obtenerse por la modificación de las conductas, el ambiente, los alimentos que ingerimos o bien los productos que usamos, los medicamentos que tomamos o los dispositivos electrónicos o computarizados, los cambios orgánicos “como mejora de la especie humana” pueden advertirse inmediatos mediante la aplicación de la ingeniería genética por ejemplo, con el desarrollo de terapias génicas que vienen a ser la modificación del contenido del ADN de las células.

La terapia génica puede distinguirse entre la “germinal”, aplicable sobre las células germinales como son los espermatozoides, los óvulos o las células madre que pueden generar a través de la división celular espermatozoides u óvulos, y “somática”, referida a la mayoría de las células de nuestro cuerpo y no pertenecen a las células germinales. La terapia somática se practica desde la década de los noventa como tratamiento de corrección de defectos genéticos. La terapia germinal no se ha probado por el momento en seres humanos (Häggström, 2016, p. 60).

Sin embargo, una de las prácticas de mejora humana más comunes, sin la modificación del genoma de ninguna célula, es la selección de los óvulos y espermatozoides que se utilizan para la fertilización in vitro o FIV (*IVF –in vitro fertilization-*).

La FIV es una técnica de reproducción asistida de alta complejidad que consiste en poner en contacto los espermatozoides y los óvulos para lograr la fecundación y el desarrollo embrionario fuera del organismo de la mujer. A su vez, hay dos técnicas posibles, la FIV convencional en la que se colocan de cien a doscientos mil espermatozoides sobre cada óvulo y se espera la fertilización natural de un espermatozoide, y la ICSI o inyección intra citoplasmática de un espermatozoide en el citoplasma de cada óvulo, ésta última resulta indicada en presencia de factores masculinos severos alterado (Procreate, s.f.).

A su vez, se haya complementada por el diagnóstico genético preimplantacional o DGP, que detecta alteraciones genéticas y cromosómicas en los embriones, antes de su implantación, para lograr que los hijos nazcan libres de enfermedades hereditarias. Se usa en casos de parejas con riesgo de transmitir alteraciones cromosómicas o enfermedades monogénicas, determinadas por un único gen como la fibrosis quística, parejas con historia clínica de aborto recurrente, fallo de implantación tras varios intentos de FIV, alteraciones de la meiosis de los espermatozoides y en mujeres de edad avanzada (Instituto Valenciano de Infertilidad, s.f.).

Aclaremos que la “meiosis” en palabras de Francis S. Collins, para el *National Human Genome Research Institute*, consiste en:

Usted tiene un cierto número de cromosomas; nosotros como humanos tenemos 46. Pero un niño que va a obtener la mitad de su herencia de su madre y de su padre, no puede mantener 46 de ambos - porque serían 92. Así que tiene que haber una manera de tomar los cromosomas apareados y separarlos al producir los gametos; espermatozoides y óvulos. En eso consiste la meiosis. En tomar ese conjunto completo y descomponerlo en lo que llamamos conjunto haploide, proporcionar la oportunidad de que se mezclen un poco ambas copias y dar lugar a resultado variados, lo cual es crítico para la diversidad de la especie... (*National Human Genome Research Institute*, s.f.)

En un futuro, de acá a unas dos décadas, se piensa poder acceder a tecnología que permita la combinación de estas técnicas y la obtención de gametos, óvulos y espermatozoides, a partir de las células madre de embriones, permitiendo un proceso reiterativo en el que se establezca el genotipo de los embriones y se seleccionen conforme las características genéticas deseadas, para que esos embriones luego produzcan gametos que se cruzarán para producir nuevos embriones y así sucesivamente hasta conseguir las modificaciones genéticas deseadas. Este proceso se ha denominado también “eugenesia *in vitro*”.

El modelo de Shulman-Bostrom predijo que con diez repeticiones de éste procedimiento se produciría un aumento del coeficiente intelectual o CI, a un rango de “130”, llevando directo a la raza humana a la post-humanidad. Por supuesto que también podría suscitar complicaciones, como tender a la endogamia (Hägström, 2016, p. 62).

La endogamia, definida como el “cruzamiento entre individuos de una raza, comunidad o población aislada genéticamente” se caracteriza técnicamente como la condición homocigótica de genes en un determinado sitio cromosómico.

El efecto perjudicial denominado “depresión endogámica”, no pasó inadvertido para los humanos al descubrir que los hijos de parejas emparentadas mostraban

anomalías como enanismo, albinismo, hemofilia, etcétera, que se acentuaban a lo largo de las generaciones (Márquez Sánchez, 2007, p. 72).

Un ejemplo de endogamia es el caso de los Habsburgo, que se aseguraban la influencia de la familia a través de los matrimonios entre parientes directos y se caracterizaban por su deformidad facial, la alta mortalidad infantil en la progenie y múltiples enfermedades. De hecho, Carlos II “el hechizado” el último rey Habsburgo, terminó con la dinastía al no ser capaz de procrear un heredero, según los historiadores padecía de debilidad muscular y retraso tanto al caminar como al hablar (Castro, 2019).

Fidel Márquez Sánchez, doctor en ingeniería agrónoma, señala que la endogamia resulta beneficiosa para el mejoramiento genético: el uso de poblaciones pequeñas para propósitos de selección. También sirve para lograr heterosis, o vigor híbrido, y en este caso la endogamia es también un mal o bien necesario en particular para la producción de híbridos en maíz de altísimos rendimientos que se tienen en la actualidad (Márquez Sánchez, 2007, p. 78).

La revolución en la genética sucedió con el descubrimiento e invención de la herramienta CRISPR-Cas9, *Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats*, o “repeticiones palindrómicas cortas agrupadas y regularmente espaciadas” y alude al sistema bacteriano que comprende dos agentes esenciales: ARN, que actúa como localizador, y la proteína Cas9, que actúa como tijeras genéticas, es decir que funciona como un instrumento de diseño genético en virtud de su doble función: localizar en la doble hélice de los cromosomas el gen defectuoso y luego cortarlo y extraerlo, haciendo que la célula se regenere naturalmente “pegando” la estructura del ADN, sin la parte defectuosa, como si se tratara de dos piezas de metal que se funden. (Dantas et al., 2020, p. 79)

El Premio Nobel de Química del año 2020 fue entregado a las investigadoras francesa, Emmanuelle Charpentier y estadounidense, Jennifer A. Doudna, por el desarrollo de la tecnología CRISPR-Cas9, aunque los orígenes del descubrimiento en

sí mismo se encuentra particularmente “controvertidos” con el equipo del microbiólogo español Francis Mojica (IBMCP, 2016; Kemelmajer, 2020).

El primer paso tuvo lugar cuando Emmanuelle Charpentier estudiaba la bacteria *Streptococcus pyogenes*, una de las más dañinas para los humanos, y descubrió una molécula previamente desconocida, tracrRNA. Esta molécula resulta parte del antiguo sistema inmunológico de las bacterias CRISPR-Cas que desarmen los virus al escindir su ADN.

Junto a Jennifer Doudna, una bioquímica con conocimiento del ARN, lograron recrear las tijeras genéticas de las bacterias en un tubo de ensayo y simplificaron los componentes moleculares de las tijeras para que fueran más fáciles de usar, luego reprogramaron las tijeras genéticas. En su forma natural, las tijeras reconocen el ADN de los virus, pero Charpentier y Doudna demostraron que podían controlarse para poder cortar cualquier molécula de ADN en un sitio predeterminado. Es decir que donde se corta el ADN, se puede reescribir el código de la vida.

La organización de los Premios Nobel señaló que desde que Charpentier y Doudna descubrieron CRISPR-Cas9 en 2012, su uso se disparó, pudiendo desarrollarse cultivos que resisten el moho, las plagas, la sequía. Se está utilizando en ensayos clínicos de nuevas terapias contra el cáncer, y se espera que pronto pueda contribuir a curar enfermedades hereditarias (Kemelmajer, 2020).

Tras el descubrimiento de esta herramienta, en el año 2012, la inminente posibilidad de la aplicación como terapia génica “germinal” para la corrección de la parte del ADN defectuoso en la línea del genoma de una persona derivó en diversos debates éticos y morales.

Algunos de esos cuestionamientos se basan en: la posibilidad de concepción de seres humanos “diferenciados” o con alteraciones genéticas que potenciarían características consideradas extraordinarias generando disparidad social, la posibilidad de la violación de los datos genéticos humanos como patrimonio genético en sí mismo, como falla en la continuidad de la especie en condiciones dignas, la

introducción de una eugenesia en la raza humana que elimine las enfermedades raras, congénitas y los nacimientos con discapacidades (Dantas et al., 2020, p. 83).

Anualmente, *Synthego*, una empresa de ingeniería genómica realiza un evento anual denominado “Día Mundial de CRISPR”, este año se llevó a cabo el 20 de octubre, en el que los principales ingenieros genómicos del mundo hacen sus presentaciones sobre los avances y descubrimientos derivados de la aplicación de la técnica CRISPR en pacientes con enfermedades genéticas o discapacidades.

Resulta interesante que muchos avances científicos de esta compañía surgieran de la unión de distintas prácticas tecnológicas como el *machine learning* -aprendizaje automático-, ingeniería, *hardware*, *software*, bioinformática, química y biología molecular patentados para avanzar en la investigación básica, la validación de objetivos y los ensayos clínicos (Synthego, s.f.).

A pesar de los conflictos éticos en relación a esta herramienta se vienen realizando ensayos clínicos en humanos con terapias basadas en CRISPR-Cas9 desde hace algunos años.

Algunos de los ensayos clínicos están dirigidos principalmente a tratar cánceres de la sangre como la leucemia y el linfoma, también se completó recientemente un ensayo en China para un tipo de cáncer de pulmón.

Para tratar estos tipos de cáncer los ingenieros genómicos realizan el diseño genético de las células “T” del paciente, un tipo de glóbulo blanco esencial para la respuesta del sistema inmunológico, cubierto de receptores que reconocen a otras células como seguras o amenazadoras, para que tengan un receptor que reconozca las células cancerosas del paciente y les indique que ataquen.

Como las células cancerosas a menudo están envueltas en señales de seguridad molecular y pueden engañar a las células “T” que patrullan, los investigadores utilizan el CRISPR para editar el gen PD-1 en las células “T” con el fin de evitar que produzcan receptores PD-1 funcionales, y evitar ser engañados por las células cancerosas.

Esta inmunoterapia se conoce como “inhibición del punto de control” y se usa junto con la ingeniería CAR-T para brindar a las células “T” la mayor posibilidad posible de eliminar el cáncer.

En este tipo de terapia los ingenieros extraen células “T” de la sangre del paciente, las diseñan en un laboratorio, luego las devuelven al torrente sanguíneo del paciente por vía intravenosa. Debido a que este tratamiento se basa en la edición *ex vivo*, es fácil enviar las herramientas de edición genómica a las células objetivo.

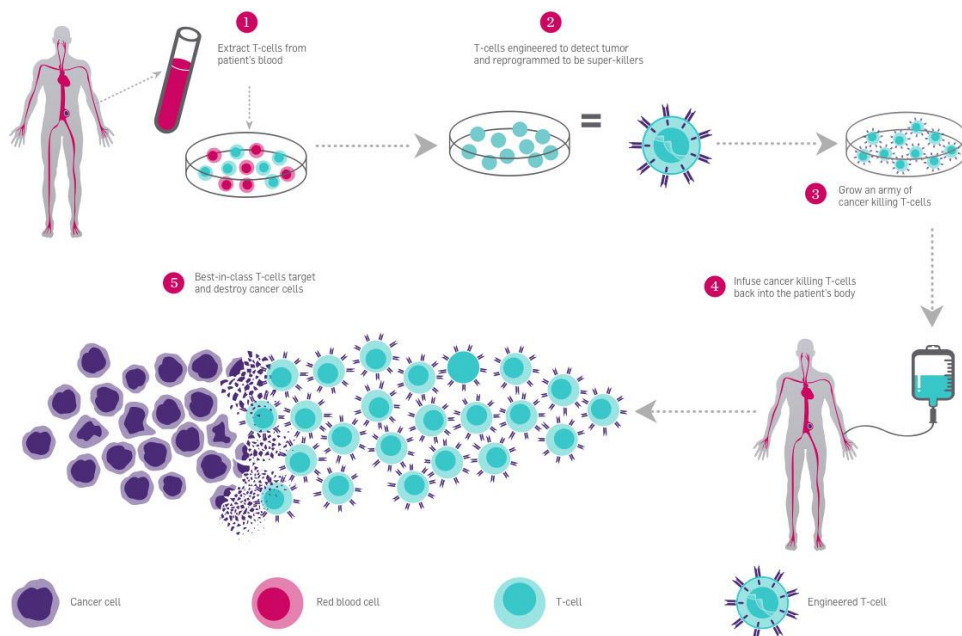


Figura 1: Henderson, H. (3 de marzo de 2021). News. CRISPR Clinical Trials: A 2021 Update [Noticias. Ensayos clínicos CRISPR: actualización de 2021]. <https://innovativegenomics.org/news/crispr-clinical-trials-2021/>

Hasta ahora la terapia CAR-T fue aprobada por la FDA para su uso en el tratamiento de cánceres de sangre en 2017, que no utilizan la edición del genoma, o sea la técnica de CRISPR (Henderson, 2021).

Con los potentes avances en el campo de la tecnología CRISPR –desde que comenzaron estos ensayos clínicos en 2016- se espera que la herramienta de edición



genómica logre con mayor eficiencia eliminar las células cancerígenas e incluso supere exitosamente la terapia medicamentosa que se aplica a los pacientes en la actualidad.

Sin embargo, creemos que no se puede tapar el sol con un dedo, y dentro del necesario marco de debate de las cuestiones éticas, la terapia génica en la línea germinal se comenzará a aplicar más temprano que tarde.

### **2.3 Conexión del cerebro a la computadora como técnica de mejora humana**

Este tipo de tecnología de mejora humana, conexión de dispositivo al cerebro, ya se ha extendido por el mundo por sus buenos resultados, en personas sordas o con problemas de audición. Se trata de un implante coclear en el interior del cráneo que capta una señal de radio de un pequeño receptor de audio instalado en el oído, procesa la señal electrónicamente y transmite la información al cerebro por medio de los nervios auditivos.

Sin embargo, esta misma tecnología podría desarrollarse para una variedad de aplicaciones, incluso en personas sin ningún tipo de incapacidades, por ejemplo, para conectar el cerebro a internet, o a otro cerebro, mejorando el vínculo entre humanos, y la consecuente disolución de nuestra identidad personal en una nube comunitaria como conciencia colectiva (Häggström, 2016, p. 64).

La interfaz cerebro-máquina permite registrar y procesar ondas cerebrales en tiempo real y traducirlas en una acción al mundo exterior, funciona interpretando y trasladando la actividad eléctrica neuronal a un dispositivo o prótesis que se estimula para generar comandos motores. Esta tecnología posee múltiples aplicaciones, por ejemplo, en el desarrollo de dispositivos que detecten la posibilidad de sufrir una crisis epiléptica, o bien el uso de implantes neuronales que monitoreen y en todo caso estimulen la secreción o retención de neurotransmisores para que el cerebro funcione de manera óptima, previniendo depresión o psicosis. La fusión del cuerpo humano con dispositivos artificiales supone convertirnos en *Homo cyberneticus*, una especie humana asistida por mejoras tecnológicas (Manes y Niro, 2018, p. 119).

Con respecto a la posibilidad de introducción de información mediante un dispositivo al cerebro humano, algunos autores sostienen que esa incorporación no aumentaría la velocidad en la que pensamos o aprendemos, a excepción de que todo el cerebro pudiera actualizarse completamente como una computadora. En todo caso sería necesaria una prótesis para el cerebro o inteligencia artificial (Häggröm, 2016, p. 66).

Y es que, una diferencia fundamental entre el cerebro humano, o cómo pensamos, y la inteligencia artificial es que, los humanos poseemos pensamiento flexible e intuitivo, y la máquina posee una aritmética perfecta, rápida transmisión de datos y recuerdo perfecto.

Sería interesante y nos ahorraría mucho tiempo que lo que quisiéramos aprender fuera introducido a nuestro cerebro, cual descarga de información directa a través de una conexión usb, o bien por ósmosis, ahorrándonos el tiempo y la tarea que implica el aprendizaje humano de cualquier actividad.

Sin embargo, diversos autores se cuestionan sobre eventuales beneficios, y en cambio sugieren que resultaría más factible el aprendizaje mediante la proyección de información en la retina, que puede transmitir datos a 10 millones de bits por segundo y dispone del córtex visual que permite un alto poder de procesamiento, para que la maquinaria de patrones y plasticidad del cerebro trabajen con ella (Häggröm, 2016, p. 67).

Es ineludible que el aprendizaje con nuestro propio cerebro, sin el uso de dispositivos, puede ser acelerado a través de algunas técnicas, por ejemplo, en el caso del aprendizaje de un idioma extranjero existen tres principios para hacerlo más rápido, más siendo adultos:

- Internalizar la estructura del idioma extranjero y sus palabras de forma natural sin buscar significados en nuestra lengua madre;
- El momento óptimo para repasar lo que estamos intentando aprender es justo cuando estamos olvidándolo;

- Resulta más fácil aprender si el contenido es algo que nos interesa y no una tarea obligatoria.

A esto debe sumársele ver películas o videos en el idioma que intentamos aprender y anotar las palabras y frases que sintamos como “sorprendentes” o sea que no se nos hubieran ocurrido en el idioma extranjero por la dificultad de su estructura o complejidad, y luego repasar antes de olvidarnos y tratar de reconstruir esa novedosa oración (Campanario y Vazhnov, 2017, pp. 68-69).

Diversos estudios arribaron a la conclusión que cuanto más aprendemos más queremos saber, y otra técnica de aprendizaje es por ejemplo ir a una librería y leer en diagonal algunos libros al azar de forma libre y leer aquellos que nos llamen la atención. El motivo radica en la “curiosidad” como impulsora de la creatividad y la innovación que a su vez acarrearán felicidad y bienestar emocional.

Un estudio de la Universidad de Illinois en 2012 demostró que las consignas formuladas a partir de preguntas en lugar de oraciones asertivas son más motivadoras para la acción ya que activan circuitos cerebrales más ricos y complejos. Por lo que es mejor para los profesores incitar a sus alumnos a cuestionarse o cuestionarlos sobre un tema, antes que dar consignas sin preguntas previas (Campanario y Vazhnov, 2017, p. 71).

Otra técnica resulta en hacer lo que hacen los algoritmos para enriquecer su proceso de conocimiento, esto es, buscar con otra mirada en lugares no usuales, por ejemplo, en lugar de usar Google para buscar información, en cambio utilizar YouTube, o acudir al visor de imágenes de Google, en lugar del de texto, donde quizás se obtienen más datos. Las computadoras nos pueden dar buenas lecciones de cómo aprender más rápido, planificando mejor, investigar y organizar la información, incluso memorizar (Campanario y Vazhnov, 2017, p. 73).

Volviendo a la posibilidad de insertar la información que queramos aprender a nuestros cerebros, diversos ensayos ya se vienen haciendo desde el año 2011. Theodore Berger, un ingeniero biomédico de la Universidad del sur de California de

hecho implantó un chip de silicio a una rata en su hipocampo, el chip funcionaba con una prótesis cerebral, pequeña red de neuronas. El científico le enseñó a la rata a que si apretaba una palanca roja inmediatamente se destrababa una recompensa de comida, ese aprendizaje fue guardado en el chip implantado; luego le inyectó una sustancia amnésica a la rata, y encendió el chip que contenía ese aprendizaje guardado. El resultado fue que la rata volvió a accionar ese aprendizaje a pesar de la amnesia provocada. Desde el año 2015 Berger se encuentra realizando ensayos clínicos con seres humanos (Campanario y Vazhnov, 2017, pp. 74-75).

Los neurocientíficos de los laboratorios HRL en California lograron transmitir patrones neuronales de pilotos comerciales y militares a personas sin conocimientos de aviación que luego obtuvieron mucho mejores resultados en simuladores de vuelo.

Se espera que la educación del futuro no sea como la actual, de hecho, que exista un maestro, sea humano o robot, por alumno/a.

Los algoritmos de *Knewton*, permiten personalizar al máximo la relación entre el aprendizaje y el alumno/a dependiendo si la persona es mejor estudiando de día o de noche, si es más visual para incorporar conocimientos o no.

*Knewton* es una marca de la empresa *Wiley* que desarrolla soluciones digitales de educación, aprendizaje, evaluación y certificación para ayudar a las universidades, las empresas y las personas a moverse entre la educación y el empleo; se encuentra asociada con sociedades científicas, y publica revistas, libros y otros contenidos digitales científicos, técnicos, médicos y académicos en línea con una herencia de 200 años (Knewton, s.f.).

Incluso, Cordeiro, uno de los fundadores de *Singularity*, señaló que en un mediano plazo la suba de bloques de información al cerebro humano como se hace con las computadoras será la norma (Campanario y Vazhnov, 2017, pp. 74-75).

Luis Cordeiro es ingeniero por el Instituto Tecnológico de Massachusetts, MIT, fundador y asesor de energía de la Universidad de *Singularity* en la NASA, Silicon Valley.

Algunas de sus afirmaciones más controversiales han sido: “No me pienso morir, y no solo eso, sino que en treinta años seré aún más joven”, “la muerte se va a convertir en opcional en dos o tres décadas” o “vamos a crear una civilización posthumana que va a ser casi igual a dios” (Mediavilla, 2017, párr. 1).

#### **2.4 Los movimientos transhumanista y post-humanista**

Podemos reconocer como propulsores del movimiento transhumanista entre otros, a John Burdon Sanderson Haldane, quien publicó el resultado de una conferencia en Cambridge en 1923, denominada *Daedalus or Science and the Future*, en la que enfatizó con optimismo el progreso en el estudio genético posibilitando hacer a la gente más alta, más sana y más inteligente, y en la que desarrolló su teoría de la ectogénesis y predijo la fecundación in vitro y la clonación (Bioeticawiki, s.f.; Lovat, 2016, p. 26).

Su teoría llevó a su amigo Aldous Huxley a escribir la novela *Un mundo feliz* en 1932, luego en 1950, Alan Turing, considerado por muchos como el padre de la computación y de los pioneros de la inteligencia artificial, en su artículo *Máquinas de computación e inteligencia sugiere* que las computadoras adquirirán las mismas capacidades que el cerebro humano, resultando de su progresivo desarrollo la incapacidad de distinguir una inteligencia artificial de una persona humana.

El término “transhumanismo” fue introducido por Julian Huxley en 1957 en su obra del mismo nombre, en la que señala que

La especie humana puede, si lo desea, trascenderse —no sólo esporádicamente, un individuo aquí de una manera, otro allí de otra forma— sino en su totalidad, como humanidad. Necesitamos un nombre para esta nueva creencia. Quizás transhumanismo pueda servir: el hombre sigue siendo hombre, pero trascendiéndose, a través de la realización de las nuevas posibilidades de y para su naturaleza humana (Huxley, 1957, pp. 13-17).

El transhumanismo como movimiento comenzó con el filósofo Fereidoun M. Esfandiary, autodenominado FM-2030, quien se encargó de reunir desde 1960 colegas con los mismos pensamientos vinculados a potencialidad de la trascendencia

a través de la tecnología. A principios de la década de 1980 se congregaron en la Universidad de California, como centro neurálgico del pensamiento transhumanista. Allí, Esfandiary daba conferencias sobre su ideología de futurismo mientras que John Spencer, de la *Space Tourism Society* organizó muchos eventos relacionados con el transhumanismo y la exploración espacial.

En 1982 Natasha Vita-More, casada con Max More, el que luego sería presidente de *Alcor Life Extension Foundation*, escribió la *Transhumanist Arts Statement*, y, entre 1987 y 1994, produjo el programa de televisión *TransCentury Update*, cuyos temas abordaban entre otros, a la exploración espacial, automóviles eléctricos, extensión de vida, inteligencia artificial, factibilidad de la nanotecnología y la ingeniería genética.

En 1986, K. Eric Drexler publicó su libro *Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology*, que discutía las perspectivas de la nanotecnología y el ensamblado molecular, y fundó el *Foresight Institute* para promocionar las tecnologías emergentes.

Este movimiento dio lugar a las empresas de criogenización como *Alcor Life Extension Foundation*, la primera compañía no comercial en desarrollar, abogar y emplear la criónica, habiendo suscripto al proyecto criónico tanto Esfandiary o FM-2030 que pidió ser criogenizado por *Alcor* tras haber sido diagnosticado con un cáncer de páncreas, así como Max Moore (Bioeticawiki, s.f.).

Yuval Harari sintetizó el objetivo transhumanista como una búsqueda de dar nacimiento a un ser humano con capacidades físicas e intelectuales mejoradas mediante el uso de la tecnología, sea desde la integración con la máquina, o creando *cyborgs* o alojando nuestra mente directamente en ellas; incluso mejorando nuestras capacidades biológicas mediante medicamentos, o bien mediante manipulación genética para los futuros humanos (Gómez Foschi, 2020, p. 124).

No obstante, la alerta sobre la necesidad de reflexionar sobre la teoría transhumanista aparece ante la fusión progresiva entre el ser humano y la tecnología.

Sadin (2021), a su turno, señala que el movimiento está conformado por los responsables de las grandes empresas de internet, de administración del *Big Data*, y que su objetivo es transformar toda la vida para “mejor” por medio de la tecnología, que en definitiva quedará liberada de su finiquito (p. 220).

También advierte que son estas personas las que quiere apoderarse del mundo, controlarnos y organizarnos por un bien mayor (Sadin, 2021, p. 228).

Por ejemplo, la empresa Calico, filial de *Alphabet Google*, realiza investigaciones sobre “prolongación de la vida” y su misión es “matar la muerte”; Bill Maris maneja el fondo de capital de Google Ventures que realiza inversiones en empresas de biotecnología para la “prolongación de la vida”.

Zoltan Istvan, fundador y representante del partido Transhumanista en Estados Unidos con el que corrió en las elecciones presidenciales del 2016 tuvo una epifanía al pisar una bomba que no explotó cuando realizaba reportajes en Vietnam a aquellos que desenterraban bombas para vender su metal. En aquel momento se percató que no quería morir, ¡jamás!; Peter Thiel, empresario, administrador de fondos de inversión libre y capitalista de riesgo que cofundó PayPal, junto con Elon Musk y fue su director ejecutivo, prefiere ser de las personas que desafían la muerte. Y Dmitry Itskov, un inversor multimillonario ruso que invierte en programas de investigación supone que ya no habrá ni ancianos ni enfermos y el mundo será bello (Sadin, 2021, pp. 223-224).

Estas personas sostienen que, si eventualmente fracasara su reanimación tras la criogenización, al menos su conciencia estaría transferida a un disco duro o un cuerpo artificial.

Kevin Ho, un ejecutivo de *Huawei* señaló que para el año 2035 o 25 años más, el hambre, la pobreza, la enfermedad o incluso la muerte no deberían ya ser fuente de problemas, incluso describió un futuro en el que los niños podrán chatear con sus padres muertos a través de *WeChat* haciendo una “carga” de la conciencia de aquellos a las computadoras y dándoles vida digital por medio de un avatar, y porque no también, otorgando una oportunidad comercial sumamente importante a la empresa *Huawei* (Sadin, 2021, p. 227).

Yuval Harari, en su obra *Sapiens* (2018), dijo:

Pero el potencial real de las tecnologías futuras es cambiar al propio *Homo sapiens*, incluidas nuestras emociones y deseos, y no simplemente nuestros vehículos y armas. ¿Qué es una nave espacial comparada con un ciborg eternamente joven que no se reproduce y no tiene sexualidad, que puede intercambiar pensamientos directamente con otros seres, cuyas capacidades para centrarse y recordar son mil veces superiores a las nuestras y que nunca está enfadado o triste, pero que posee emociones y deseos que no podemos empezar a imaginar? (p. 466).

Para Mainetti (2014), el escenario inicial de control sobre la naturaleza se renueva dramáticamente cuando las posibilidades tecnológicas de modificar la vida parecen cumplir el sueño de siempre: evadirse de la misma condición humana. Ésta constituye el polo de atracción del movimiento transhumanista y el proyecto de tecnologías convergentes (p. 41).

En la práctica, Lepht, una *hacker* británica de *wetware*, decidió hacer del transhumanismo su forma de vida y se implantó más de 50 chips en su cuerpo.

El término *wetware* es usado para describir es una abstracción de dos partes de un humano vistas desde los conceptos informáticos del *hardware* y el *software*, o sea que si un hacker puede modificar cualquier sistema para que pueda emplearse de formas no pensadas por sus creadores, ese sistema en este caso sería el *wetware* o el cuerpo humano.

“Mi sueño es conseguir data que otros biohackers puedan aprovechar en el futuro para que sea de utilidad para la gente”, concluye Lepht (BBC, 2016).

Esta joven, se realizó cirugías para mejorar su sentido del tacto insertando imanes en sus dedos. Los imanes, se pueden activar con pequeñas bobinas de cable conectadas a sensores externos como ultrasonidos o infrarrojos, y le permiten sentir la distancia entre sus manos y los objetos o el calor remoto.

La última intervención fue un cambio en uno de sus chips para poder leer la información de una tarjeta de pago por contacto, y de hecho al pasar su mano con el nuevo chip al lector de su lápiz de memoria o USB, los datos aparecen en la pantalla



de su computadora. Esto significa que sólo necesita su mano para pagar, y no una tarjeta o un teléfono (BBC, 2016).

Esta tecnología se vuelve muy necesaria para aquellas personas que sufren alguna discapacidad. El caso de las prótesis biónicas supone la devolución de las capacidades u otorgamiento de súper capacidades a quienes deseen poseerlas.

Tilly Lockey, una joven *influencer* de 15 años de edad que perdió sus dos brazos tras amputaciones con motivo de una enfermedad, representa a *Open Bionic*, una empresa de biónica que desarrolla dispositivos de asistencia asequibles que mejoran el cuerpo humano, más conocida por su *Hero Arm*, una elegante mano biónica de agarre múltiple impresa en 3D clínicamente aprobada.

Las prótesis de miembros superiores actuales existen como ganchos, pinzas o manos biónicas caras. Su misión es hacer prótesis 3D hermosas, funcionales y más accesibles.

Un artículo publicado en 2018 en la revista *Frontiers in Psychology* indica que las prótesis biónicas tienen el potencial de cambiar los estereotipos hacia las personas con discapacidad física (Rubio, 2021).

Según Tilly refiere respecto a sus prótesis biónicas: “Me han ayudado mucho mentalmente. Siento que la confianza en mí misma ha aumentado a pasos agigantados” (Rubio, 2021, párr. 6).

Según un informe de la compañía de ciberseguridad *Kaspersky*, el 40% de los españoles apoyaría el perfeccionamiento voluntario del cuerpo sin que existan problemas de salud, para otro 40%, dependería de lo que cada persona se planteara hacer, a un 14% le resulta indiferente, solo el 7% se opondría. El 12% de todos los encuestados considera que quienes han mejorado su cuerpo gracias a la tecnología tendrían una ventaja injusta en el trabajo (Rubio, 2021, párr. 9).

En concreto, en España, el 59% afirma que estaría encantado de trabajar junto a personas con capacidades mejoradas gracias a la tecnología y seis de cada diez españoles no tendría ningún problema en salir a una cita con uno de estos ciudadanos (Rubio, 2021, párr. 12).

En 2013 la Agencia del Medicamento estadounidense aprobó la comercialización de un dispositivo que permitía a las personas con retinitis pigmentaria, una enfermedad ocular que puede ser hereditaria, percibir formas y movimiento. Desde entonces, múltiples investigadores han tratado de desarrollar diferentes ojos biónicos; un equipo de la Universidad de Sídney ha intentado crear un ojo que devuelva la vista a los pacientes con discapacidad visual y ceguera. Por otra parte, científicos de la Universidad de Ciencia y Tecnología de Hong Kong han desarrollado un ojo artificial que, en algunos casos supera al humano, es decir detectaría la radiación infrarroja en la oscuridad (Rubio, 2021).

De hecho, el implante cerebral ELVIS que se presentó en Rusia permitirá devolver la vista a las personas ciegas. Este dispositivo médico permite conectar cámaras al cerebro y transmitirle la imagen directamente sin ayuda de los ojos. La puesta en marcha de este proceso ha sido posible gracias al uso de tres bloques del sistema: hay un implante que se instala en el cerebro, en el córtex responsable de la visión, y lo estimula con pequeñas corrientes, de esta manera la persona empieza a experimentar sensaciones visuales y ve destellos de luz.; luego se coloca en la cabeza de la persona una diadema con dos cámaras que lee la imagen en tiempo real, actuando como una "función ocular".

Por último, un microordenador montado en el cinturón analiza las imágenes de las cámaras, resalta los contornos de los objetos importantes y transmite las imágenes procesadas directamente al implante en el cerebro.

El trabajo sincronizado de los tres componentes, permite que una persona pueda ver el mundo que la rodea, distinguir las siluetas de los objetos y las personas, entender dónde se encuentra. Es una revolución para las personas ciegas y sordociegas con daños en la retina, patología del nervio óptico u otras deficiencias visuales graves.

Ahora los componentes del sistema se están probando en roedores, después se harán pruebas en monos, y en 2023 está previsto instalar el implante en diez

voluntarios ciegos. Según el desarrollador de ELVIS, la cirugía estará ampliamente disponible en Rusia para el 2027 (Gustova, 2021).

El investigador principal de seguridad en *Kaspersky* asegura que siempre que surge una nueva tecnología es importante preguntarse qué vulnerabilidades tiene y si puede conllevar algún riesgo. Tilly destaca que si algo fuera mal con sus brazos biónicos, se los podría quitar fácilmente en cualquier momento. Pero vaticina que el escenario podría ser diferente si el dispositivo atacado estuviera dentro de una persona. “Por ejemplo, si estuviéramos hablando de un chip que alguien lleva en el cerebro”, menciona (Rubio, 2021, párr. 15).

En Suecia unas 5.000 personas llevan en su mano implantado un dispositivo que utilizan en su día a día para subir al tren, entrar en sus oficinas de trabajo o en el gimnasio, sacar fotocopias e incluso comprar aperitivos en máquinas expendedoras. El desarrollo también podría aplicarse en el futuro en el ámbito de la telemedicina (Rubio, 2021).

La colocación del chip, del tamaño de un grano de arroz y van desde los 150 a 200 euros, es muy similar a hacer una perforación corporal, hay entrada y salida de la aguja y se deja una joya decorativa, para el caso se mete el dispositivo y queda dentro cuando se saca la aguja. En Suecia se colocan en los locales de tatuajes y piercings, en Japón y Londres en clínicas privadas. Están pensados para estar en el cuerpo por 25 años, pero pueden retirarse antes (Rubio, 2021).

El chip de la empresa *Dsraptive* se usa principalmente para viajar en diferentes medios de transporte, en accesos a recintos y como medio de almacenamiento de información privada. También existen otras compañías como *Dangerous Things* o *Biohax* que exploran las posibilidades de estos implantes.

Desde *Dsraptive* aseguran que su tecnología está dentro de una cápsula de un cristal biocompatible que adquieren a través de una empresa médica que crea implantes. En el código ético de esta empresa se establece que nadie puede ser implantado en contra de su voluntad. Si bien el objetivo es que el usuario tenga el control total del dispositivo, los datos almacenados en este no pueden garantizar al

ciento por ciento que ningún tercero tenga acceso a esta información o evitar que se produzca un ciberataque (Rubio y Bueno, 2020).

En una publicación previa alertamos que el acoplamiento hombre-máquina ya se originó, porque además de las neuroprótesis también nos referimos al uso casi necesario de las computadoras personales, tablets, relojes inteligentes, ipads, smartphones, notebooks, y la habitualidad del uso de buscadores como *Google* con sus diversas funciones, que también es una inteligencia artificial y como otras, se encuentra evolucionando de forma cada vez más natural. Por eso las nuevas enfermedades informáticas deberán ser receptadas en el concepto “salud” debiendo darles un tratamiento con médicos/as e ingenieros/as en sistemas interconectados y globalizados, unos con otros. No debe olvidarse que el desarrollo de políticas públicas en salud tiene base en los casos de derechos humanos que se violan y que dan lugar a la reflexión bioética (Lovat, 2019, p. 7).

Lo mencionado sobre la base de la Resolución sobre robótica cuyo texto del 16 de febrero de 2017 luego obtuvo aprobación del Parlamento Europeo, y en el cual se desarrollaron una serie de consideraciones siendo algunas de éstas: que entre 2010 y 2014 las ventas de robots aumentaron un 17% de media cada año, que en 2014 las ventas registraron el mayor incremento anual observado hasta ahora, a saber, un 29 %-, y que los principales motores de este crecimiento son los proveedores de componentes de automoción y la industria electrónica y eléctrica; que a lo largo del último decenio se han triplicado las solicitudes anuales de patentes en el sector de la tecnología robótica (Lovat, 2019, p. 18; Resolución, 2017).

### **3. Acabar con la enfermedad de la “vejez”**

El año 2020, además de la pandemia por SARS COVID 19, nos sorprendió con un ensayo clínico que realizaron científicos israelíes con éxito en la detención del envejecimiento de células humanas mediante la extensión de la longitud de los telómeros, que son las estructuras que cubren las puntas de los cromosomas y cuyo

acortamiento aumenta el riesgo de padecer mutaciones en el futuro, lo que puede conducir a enfermedades relacionadas con la edad (Forbes, 2020).

Los 35 participantes fueron sometidos a una terapia de oxígeno hiperbárico en cinco sesiones de 90 minutos por semana durante tres meses, lo que provocó que algunos de los telómeros de sus células se extendieran hasta un 20%, un ritmo mucho mayor que cualquiera de las intervenciones o modificaciones del estilo de vida disponibles actualmente.

Los resultados de este estudio abren camino para realizar otros mucho más amplios, ya que telómeros más largos se correlacionan con un mejor rendimiento celular.

El interés de los científicos del rejuvenecimiento radica en comprender el acortamiento de los telómeros “considerado como el ‘Santo Grial’ de la biología del envejecimiento.

Los científicos determinaron que estos cambios en la genética provocados por la terapia de oxígeno hiperbárico, además de alargar los telómeros, también tienen efecto potencialmente positivo en la salud de los tejidos.

En este 2021 el genetista David Sinclair afirmó que el envejecimiento es una enfermedad, es común, pero el hecho de que algo sea común y natural no lo hace aceptable (Barifouse, 2021).

Una enfermedad es un proceso que ocurre a lo largo del tiempo y resulta en discapacidad y/o muerte. Esto es lo mismo que envejecer, la única diferencia es que esto, por definición, le ocurre a menos de la mitad de la población. Esta clasificación es arbitraria y debe cambiarse.

Este científico que tiene un doctorado por la Universidad de Nueva Gales del Sur, en Australia, y un posdoctorado del Instituto Tecnológico de Massachusetts, en Estados Unidos, está a cargo de un laboratorio en la Universidad de Harvard donde investiga por qué envejecemos.

En las investigaciones en personas añosas han descubierto que influye en la prolongación de la vida la dieta mediterránea, comer menos calorías y con menos

frecuencia, así como realizar ejercicio físico. Hay quienes piensan que cambiar la temperatura corporal con hielo y agua fría es útil en este sentido. Es decir que sentir frío o calor, tener hambre y quedarse sin aliento son formas de activar las defensas.

En esas defensas hay un puñado de genes que controlan el epigenoma y se activan con el ejercicio y con el hambre. Por eso comer lo correcto y ayunar puede ralentizar el reloj de envejecimiento.

El envejecimiento es la causa de la mayoría de las enfermedades, es con mucho la principal causa de enfermedades cardíacas, el alzhéimer, la diabetes.

En los hallazgos de su investigación de los últimos 25 años encontró evidencia de que una de las causas es la pérdida de información. Una es la información “digital” o el código genético, y la otra es la “analógica”, el epigenoma, o sea, los sistemas de la célula que controlan qué genes se activan y desactivan.

Es la activación y desactivación de los 20.000 genes de una célula lo que le dice a esta quién es, es decir, le da su identidad, y cómo se supone que debe funcionar. Pero con el tiempo, el epigenoma comienza a perder información y las células pierden la capacidad de activar los genes correctos en el momento adecuado. Pierden su función.

En el laboratorio encontraron tres genes, llamados factores de Yamanaka, que pueden revertir el envejecimiento de manera segura sin que las células pierdan su identidad. Al principio se probó en células de piel humana y células nerviosas, luego en ratas con nervios ópticos dañados y pudieron restaurar su visión rejuveneciendo sus nervios ópticos (Barifouse, 2021).

Es de mencionar que el nombre de los genes rejuvenecedores fue en honor a su descubridor en 2006, el científico japonés Shinya Yamanaka, galardonado con el Premio Nobel de Fisiología y Medicina en 2012 junto a John Gurdon por el descubrimiento de que células adultas del cuerpo humano pueden reprogramarse para convertirlas en pluripotentes (El Argentino, 2021).

Los primeros ensayos clínicos en humanos se desarrollarán en los próximos dos o tres años intentando demostrar que se puede curar la ceguera en las personas.

Respecto a la industria farmacéutica, Sinclair menciona que hay moléculas, tanto naturales como sintéticas que parecen prometedoras para retrasar el envejecimiento y prolongar la vida de los animales y seres humanos, y al menos dos de ellas son medicamentos que están en el mercado. Uno de estos medicamentos, la *metformina*, se administra a personas con diabetes tipo 2 (Barifouse, 2021).

Uno de los objetivos consiguientes en lograr la prolongación de la vida, aunque fuera en sólo dos años más, supone únicamente en Estados Unidos agregar u\$s 86 billones de dólares estadounidenses en valor a la economía durante las próximas décadas, y si se extendiera la vida saludable en diez años, serían u\$s 300 billones.

Según Sinclair, sólo en Estados Unidos se gastan billones de dólares en atención de enfermedades, sin embargo, ese dinero podría transformar la sociedad al utilizarse en educación y combatir el cambio climático (Barifouse, 2021).

Andrew Steele es biólogo, autor del libro “*Ageless*”, sin edad, e investigó los primeros tratamientos medicamentosos relacionados al envejecimiento que ya están en la etapa de ensayos humanos. Los medicamentos llamados senolíticos, matan las células senescentes que se acumulan en nuestro cuerpo cuando envejecemos (Putruele, 2021).

Esta droga probada en ratones los volvió biológicamente más jóvenes, logrando vivir no sólo por más tiempo sino además con buena salud, con menores riesgos de contraer cáncer, cataratas, y corren más lejos y más rápido. Incluso tienen mejor pelaje. Los medicamentos senolíticos podrían agregar unos cinco años a los seres humanos y mejor calidad de vida.

Los resultados de estos ensayos en humanos se verán en los próximos años y con suerte, si son seguros y efectivos, seremos testigos de los primeros tratamientos verdaderos antiedad fácilmente en una década, mientras se desarrollan otros basados en terapias con células madre o genéticas.

Sin embargo, en coincidencia con el genetista David Sinclair, aconseja comer bien, ejercitarse y dormir lo suficiente, como *tips* de prolongación de vida (Putruele, 2021).

En relación a estas recomendaciones tradicionales para mantener una buena calidad de vida y ralentizar el proceso de envejecimiento, la prueba más sensacional de las revelaciones de la epigenética, el estudio de los cambios en la función de los genes que son hereditarias y que no se pueden atribuir a alteraciones de la secuencia de ADN, fue el denominado “*China Study*” (Pizzuti, 2015; National, s.f.).

El estudio comparó los efectos de un régimen alimentario “pobre” propio de la China rural, rico en nutrientes naturales no tratados industrialmente y basado en el consumo de proteínas vegetales, con los de dieta “rica”, pobre en vitaminas y nutrientes naturales, caracterizada por abundantes proteínas animales de los países occidentales. Y sus conclusiones fueron que: la genética no es el factor predominante en las enfermedades, en la mayoría de los casos para curarse es suficiente con cambiar de dieta y estilo de vida, el cáncer de mama está vinculado con una situación hormonal alterada determinada por la comida, que el consumo de lácteos aumenta el cáncer de mama en la mujer y de próstata en el hombre, los antioxidantes contenidos en las frutas y verduras, sin pesticidas, garantizan un mejor estado de salud mental en la tercera edad, y que varios tipos de cáncer están vinculados al consumo excesivo de proteínas animales (Pizzuti, 2015, p. 297).

Pizzuti, un acérrimo enemigo de la industria farmacéutica, licenciado en derecho, investigador científico y conferenciante en Italia, catalogado como uno de los mayores expertos en el campo de la desinformación, da varios ejemplos de personas que enfermaron por distintos tipos de cáncer y pudieron curarse gracias al cambio radical en su alimentación y forma de vida.

También, repara en el inquietante descubrimiento, tras invertir en el *Big Pharma* por años, que supone un negocio internacional que obstaculiza el progreso de la medicina por razones de rentabilidad, significando que muchos tratamientos existentes para muchas enfermedades son ocultados por las propias multinacionales (Pizzuti, 2015, p. 8).



En la Argentina, el equipo de científicos de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) en colaboración con el Conicet, el laboratorio de Steve Horvath, en la Universidad de California, en Los Angeles, y el de Harold Katcher, en Bombay, India, también trabaja con los genes de Yamanaka al igual que Sinclair. El equipo refiere: En nuestro laboratorio trabajamos con los genes de Yamanaka y hemos construido sistemas moleculares que permiten trasplantar estos genes en células y en un futuro, posiblemente en animales. De este modo hemos podido trasplantar los genes de Yamanaka en células de animales seniles para rejuvenecerlas (El Argentino, 2021, párr. 4).

Las células madre pluripotentes inducidas -células iPS, *induced Pluripotent Stem-*, descubiertas por Yamanaka, son un tipo de células madre con características pluripotenciales -capaces de generar la mayoría de los tejidos- derivadas artificialmente de una célula que inicialmente no era pluripotencial. Por lo general se utiliza como una célula adulta diferenciada procedente de un tejido, sobre la que se induce la expresión de varios genes exógenos, capaces de des-diferenciarla (Wikipedia, s.f.).

Se ha demostrado que las células iPS son idénticas en muchos aspectos, y similares en otros, a las células madre embrionarias

En 2006, se describió por primera vez este proceso a partir de fibroblastos de ratón utilizando retrovirus que vehiculizaban e inducían la expresión de varios genes exógenos, siendo éste uno de los avances más importantes de la investigación con células madre, ya que permite obtener células madres pluripotenciales a partir de células adultas.

Las iPS tienen aplicaciones como modelos para estudio de enfermedades, posibles usos terapéuticos, disminuyendo el rechazo en los trasplantes y sin la controversia del uso de embriones que tiene las células madre embrionarias (Wikipedia, s.f.).

El equipo de científicos argentinos ha podido trasplantar los genes de Yamanaka en células de ratas seniles para rejuvenecerlas demostrando que la edad epigenética de estos animales seniles retrocede a la de ratas adultas jóvenes. A nivel

físico y bioquímico las ratas seniles así tratadas muestran signos de rejuvenecimiento (El Argentino, 2021).

#### **4. La criogenización como práctica para la trascendencia en el tiempo**

La criogenización, criogenia, criónica, criopreservación, criosuspensión o hibernación es una técnica utilizada de preservación de seres humanos “legalmente muertos” en nitrógeno líquido a fin de almacenarlos hasta ser revividos mediante la tecnología futura con la condición de existencia previa de la posible curación del padecimiento que llevó a su desaparición en primer lugar.

Y luego, aquellas personas despiertas tras su criogenización puedan someterse a terapia/s de rejuvenecimiento para vivir indefinidamente, o al menos durante muchos más años (Minerva, 2018, p. 4).

Para la fundación *Alcor Life Extension*

...la muerte es sólo permanente cuando las estructuras que encuentran la memoria y la personalidad -necesarias para la conciencia- se han vuelto tan perturbadas que teóricamente se vuelve imposible recuperar a la persona. A esto se le llama “muerte teórica de la información”. Cualquier otra definición de muerte es arbitraria y está sujeta a revisión (Alcor, s.f., párr. 4).

En Argentina el concepto de “muerte” es definido desde el punto de vista clínico y fisiopatológico como la muerte encefálica en todos los casos, aunque haya sido precedida de episodios terminales cardiopulmonares u otros. La muerte encefálica se define como la pérdida irreversible, por causa conocida, de las funciones de todas las estructuras neurológicas intracraneales, tanto de hemisferios cerebrales como de tronco encefálico (Ministerio, s.f.).

En Estados Unidos, la “muerte” se produce cuando un individuo ha sufrido el cese irreversible de las funciones circulatoria y respiratoria o el cese irreversible de todas las funciones de todo el cerebro, incluido el tronco encefálico. La determinación de la muerte debe realizarse de acuerdo con los estándares médicos aceptados.

En algunos Estados el concepto legal de “muerte” actualmente se encuentra debatido puesto que con los avances tecnológicos se encuentra probado que a menudo se pueden restaurar algunas funciones cerebrales sin restablecer la conciencia, por lo que la muerte cerebral se diagnostica sin que se cumpla el requisito de irreversibilidad. Se ha sugerido que las pruebas estándar de muerte cerebral realizadas no eran lo suficientemente sensibles para detectar el bajo flujo sanguíneo cerebral del paciente (Brendan Parent y Turi, 2020).

Para que una persona pueda ser criogenizada, de acuerdo a *Alcor Life Extension*, una de las más importantes y antiguas empresas en este campo, existen pasos que deben cumplirse:

- Siete días antes un equipo criónico de reserva espera cerca para que eventualmente pueda comenzar casi inmediatamente con la técnica después del paro cardíaco.
- El momento “cero” es el paro cardíaco y si bien el paciente está legalmente muerto en este punto, todavía se encuentra en las primeras etapas del proceso de muerte, con células y órganos aún viables.
- Entre ese momento y hasta dos horas después la circulación sanguínea y la respiración se restauran artificialmente de forma temporal para proteger el cerebro, por lo que se pueden administrar medicamentos protectores por vía intravenosa, luego el paciente se enfría en un baño de agua helada y su sangre se reemplaza con una solución de conservación de órganos.
- Paralelamente, y hasta 24 horas después, el paciente enfriado es cuidadosamente transportado al quirófano de *Alcor* en Arizona. Muchos miembros de *Alcor* optan por jubilarse y/o ingresar a un centro de cuidados

paliativos cerca de la empresa para reducir el tiempo de transporte y obtener mejores resultados del procedimiento.

- Los crioprotectores se perfunden en el torrente sanguíneo para reducir e incluso prevenir la congelación, ya que la congelación incontrolada podría dañar los vasos sanguíneos, el cerebro y otros órganos.
- De 5 a 7 días después el paciente se enfría a  $-196^{\circ}\text{C}$ , criopreservándolo en estado sólido, encontrándose protegido del deterioro teóricamente durante miles de años, siendo que el proceso de muerte se detiene de manera efectiva; Por décadas, el paciente se almacena en un recipiente metálico aislado al vacío a temperaturas bajo cero utilizando nitrógeno líquido. El nitrógeno líquido se rellena con regularidad y los *dewars* no requieren electricidad. El paciente permanecerá en cuidados a largo plazo hasta que sea posible la reanimación.

En el futuro, cuando la nanotecnología y otras tecnologías médicas tengan capacidades muy amplias, se espera que la reactivación del paciente pueda ser posible.

Para los crionicistas lo que hace a una persona única es la información que procesó y guardó en su cerebro y la expectativa es que en el futuro o bien esa información pueda ser recuperada y transferida a otro sustrato para preservar su identidad, por ejemplo, a través de la llamada carga de cerebro a un dispositivo o computadora, o que su propio cuerpo y cerebro originales revivan con toda su información original (Minerva, 2018, p. 10).

Esto es porque, por ejemplo, en *Alcor* se puede criogenizar por u\$s 80.000 dólares estadounidenses la cabeza sola del paciente o bien, por u\$s 200.000 dólares estadounidenses, todo el cuerpo completo.

*Alcor* tiene más de 184 personas criogenizadas, y 1379 miembros, la empresa *KrioRus* en Rusia contiene 52 personas y 21 mascotas en sus instalaciones, cobran

u\$s 36.000 dólares estadounidenses por congelar todo el cuerpo y u\$s 18.000 por sólo el cerebro (Dominguez, 2017).

*The Cryonics Institute*, también en Estados Unidos, conserva 206 pacientes criogenizados, y sus costos van de entre los u\$s 28.000 a los u\$s 60.000 dólares estadounidenses. La empresa *Yinfeng Life Science Research Institute* se encuentra en China y tiene una docena de pacientes, sus costos son similares a *Alcor* (Wilson, 2021).

La empresa *Southern Cryonics* abrirá en Australia en el año 2022, a un costo de u\$s 50.000 dólares, ya tiene suscriptos para el plan de criogenización un total de 32 personas (Priest, 2021).

Dentro de las personas más jóvenes criogenizadas en *Alcor* se encuentra una niña de tan sólo 2 años, su documental “Criogenización: vivir dos veces” se encuentra en Netflix, cuyos padres científicos decidieron otorgar esta alternativa a su pequeña hija enferma de cáncer.

Y si bien en primera instancia se relaciona la criogenización con la trascendencia más allá de la muerte, o el resucitar, de una persona que efectivamente vivió en su tiempo, también debe considerarse la práctica de la criosuspensión del embarazo.

Esta técnica combina la imposibilidad por cuestiones de salud o por falta de voluntad de la mujer de llevar a término el embarazo, con la “posible” extracción del embrión o feto implantado en su útero para su criopreservación por el tiempo necesario para ser reimplantado en el futuro, en la misma mujer, u otra, o incluso en un útero artificial (Minerva, 2018, p. 113).

Respecto al nacimiento de embriones criopreservados, el caso de la bebé Molly fue conocido en el año 2020 como el del primer ser humano nacido tras su criogenización en estado embrionario durante 27 años hasta su implantación en el útero de la mujer adoptante. Un récord para el embrión congelado por más tiempo, según el personal de investigación de la Biblioteca Médica de la Universidad de

Tennessee en Preston, superando el de su hermana mayor, Emma Wren Gibson, quien comenzó siendo un embrión que estuvo congelado durante 24 años (Iati, 2020).

Aunque no se ha podido verificar la factibilidad de la resucitación tras la criogenización, recientemente los científicos de la Universidad de California Berkeley han conseguido hacer que muestras de tejido cardíaco vuelvan a latir después de estar sometidas a temperaturas bajo cero a  $-3^{\circ}\text{C}$ ,, menos tres grados Celsius, hasta tres días, para luego retirarlas de la solución después de periodos de 24, 48 o 72 horas y colocarlas a una temperatura de  $37^{\circ}\text{C}$ , grados Celsius.

La técnica empleada se denomina “congelación isocórica” y consistió en conservar los tejidos cardíacos en un recipiente rígido y hermético que se llenó de un líquido y si bien el recipiente llegó a una temperatura por debajo de cero, su interior no llegó a congelarse del todo. Esto permitió que la parte exterior formara hielo y creciera en volumen generando presión hidrostática en el interior hasta que el sistema alcanzó un nuevo equilibrio termodinámico (Kardoudi, 2021).

Este es el primer estudio sobre el congelamiento isocórico y la reanimación de un músculo cardíaco humano que late de forma autónoma. Su desarrollo permitirá la preservación de los tejidos y órganos de los donantes durante más tiempo, pero el reto consiste en verificar si el método puede ser replicado en un órgano completo.

Otro tema estudiado por los científicos es la forma de preservación de la información y la formación de registros de los pacientes criogenizados para que al revivir recuperen su identidad como las personas que fueron.

Para *Alcor*, ante la posibilidad de la pérdida de información, se recurriría a la “arqueología cuántica” como método de restauración de los recuerdos de los pacientes.

De acuerdo a los estudios realizados, la recuperación de la pérdida original de información es posible si se concede el supuesto metafísico de “las ramas paralelas de la realidad”.

En el procesamiento de los recuerdos hay eventos que ocurren constantemente en diferentes variedades separando al observador y a sus alrededores asociados en

versiones alternativas de la historia. De esta manera, se crea nueva información, particularmente cuando una nueva historia se despliega y es registrada. Sin embargo, la nueva historia estará ensombrecida en otras ramas de la realidad recién divididas por versiones alternativas de modo que, en general, no haya una creación neta de información en el sentido de que el proceso sea determinista.

Según los científicos de *Alcor Life Extension*;

Una vez que tengamos el poder computacional podemos revertir las piezas de ingeniería de nuestra galaxia o casi de nuestro universo completo para determinar cada pequeño destello energía, movimientos, momento y pensamientos que han sucedido incluso completar la personalidad, mente y vida de la persona amada perdida (Perry, 2021, p. 10).

En una entrevista realizada por el *New York Times* a Max More, el expresidente de Alcor de 57 años señaló que no podía entender por qué la gente quiere llevarse consigo su viejo cuerpo descompuesto, proponiendo que, en el futuro, probablemente será más fácil empezar de cero y simplemente regenerar el cuerpo de todos modos. Señalando que a su criterio lo importante es el cerebro donde vive la personalidad y los recuerdos, siendo reemplazable todo lo demás (Wilson, 2021).

No es posible concebir la mente como una computadora aislada del cuerpo. Los estados corporales afectan los procesos mentales como las emociones o la toma de decisiones, por lo que la mente es concebida como un conjunto del cuerpo y no sólo como el cerebro.

La idea de la inmortalidad digital se reduce a reproducir la mente humana a un sustrato artificial o computacional, sin embargo, para varios autores como John Searke y Jeff Hawkins, nuestras mentes no son digitales en absoluto, las propiedades fundamentales acerca del sustrato biológico de nuestro cerebro son indispensables para concebir una mente y una conciencia (Manes y Niro, 2018, p. 105).

Una de las consecuencias inesperadas de la pandemia por coronavirus SARS COVID 19 fue la avalancha de suscripciones para criogenización de personas en el mundo entero ya que, como los representantes de las empresas del rubro opinan, la

gente probablemente advierte que no es eterna y quiere vivir un poco más a pesar de su muerte.

La criogenización así volvió a ser el centro de las críticas por diversas cuestiones como morales, éticas o religiosas.

Algunas de las manifestaciones del expresidente de Alcor se refirieron a que no existe en ninguna parte de la Biblia, el Corán o el Bhagavad Gita que prohíba la criogenización humana. Es más, agregó que según el texto de la Biblia señala la existencia de algunas personas que vivieron por hace siglos.

A su criterio el objetivo de la criónica no es hacer que la gente viva para siempre, tal vez unos cientos de años más, y eso no es nada comparado con la eternidad, y en la misma línea, en torno a la religión comentó que la criónica podría permitir regresar “de la muerte” dando la oportunidad a las personas de realizar buenas obras y llegar al cielo (Wilson, 2021).

Hasta el momento ningún ser humano criogenizado fue revivido. Sin embargo, cada vez más personas suscriben a este plan, y sin existir ningún tipo de comprobación de eficacia por parte de las empresas, nos preguntamos, ¿qué hace que las personas abonen estas técnicas sin garantía de resultado?

La tecnología avanza día a día y sin duda la seguridad en la “resignificación” de la muerte es la clave para las empresas de criogenización de sugerir el éxito de la misión.

Y es que, de hecho, existe una tecnología similar a la criogenización utilizada por la naturaleza denominada “criptobiosis” que permitió que un “rotífero *bdeleideo*” haya sobrevivido congelado durante más de 24.000 años en las capas de suelo del Ártico de Siberia (Hernández Bonilla, 2021).

Esta técnica natural hizo que el metabolismo del microorganismo se detuviera casi completamente y una vez descongelado pudo reproducirse en un proceso llamado partenogénesis, en el que las células sexuales femeninas no son fecundadas por el macho, sino que el óvulo se segmenta por sí mismo y logra desarrollarse en un nuevo ser sin que haya sido fertilizado por un espermatozoide.



El estudio sugiere que estos microorganismos poseen algún mecanismo aún desconocido para proteger sus células y órganos del daño a temperaturas extremadamente bajas, lo que implica que en el futuro podríamos preservar organismos con sus órganos intactos casi para siempre, pero para eso se necesita aprender cómo lo hace la naturaleza (Hernández Bonilla, 2021).

La posibilidad de revivir, resucitar, renacer o reanimar en un futuro lejano nos convoca a pensar si podremos comunicarnos con otros, ya que quizás nuestra lengua no sea la utilizada, así como actualmente no hay personas que hablen sumerio o latín como algo usual; si tendremos el mismo cuerpo o uno nuevo, o seremos un avatar en un mundo virtual; o si podremos adaptarnos social, cultural y psicológicamente a los grandes cambios generacionales y temporales que signifiquen despertar tras unos cientos de años desde nuestra muerte convencional.

Otros pensamientos derivados del transcurso del tiempo hasta la posible reactivación se relacionan con el manejo de los pacientes o cuerpos preservados, que en algún momento serán utilizados eventualmente para comprobar la posibilidad de revivirlos, y el control y determinación por las empresas sobre la vida y la muerte de esas personas.

Aunque ese tipo de investigaciones, de prueba de reanimación, se realizan sobre cadáveres donados a la ciencia, sostenemos que los problemas éticos más importantes que se ciernen sobre estas empresas devendrán como consecuencia de la primera reactivación de un ser humano considerado muerto.

En la Argentina no se ha desarrollado este tipo de investigación en seres humanos. Sin embargo, existen empresas, como Testo, que se encargan de la criopreservación de células madre obtenidas de cordón umbilical del recién nacido, de óvulos y tejido ovárico y de espermatozoides (Testo, s.f.).

## 5. Conclusiones

Las técnicas mencionadas suponen profundos debates éticos para los Comités de Bioética y Ética en investigación, teniendo en cuenta que la experimentación con células madre y sobre la línea germinal, gametos, actualmente sabemos que podrían, y seguramente van muy posiblemente a abrir las puertas a una nueva generación de tratamientos para los seres humanos que nos provean curas a enfermedades, incapacidades o padecimientos que hasta el momento no existen y resultan imposibles de pensar.

Probablemente también en la próxima década podríamos ser testigos de los primeros nacimientos de niños/as con modificaciones genéticas que permitan manifestar capacidades sobresalientes o CIs altísimos.

Por otra parte, la definición de “muerte” parece cada vez difusa ante las nuevas tecnologías, así como la de “conciencia” y “memoria”, incluso de “identidad”, y estos temas deberían someterse a nuevos debates ante su resignificación.

Una persona con una incapacidad definitiva ante la pérdida de un miembro, o de más de uno, podría transformarse en un súper humano, con los problemas tecnológicos propios de esta nueva generación de personas con súper poderes brindados por los dispositivos, los algoritmos y la inteligencia artificial.

Pero también, conflictos propios de la diversidad, de aceptación e incluso de discordia por parte de personas que se sientan en desventaja tecnológica, y humana en el nuevo mundo del trabajo que irá de la mano directamente de la inteligencia artificial y la robótica.

La carga de información directa al cerebro, los chips insertados en nuestros cuerpos para facilitarnos el desarrollo de nuestras vidas, así como la conexión cerebral a distancia entre seres humanos para el desarrollo de tareas en equipo se presentan como situaciones disruptivas actuales, pero normales en un futuro muy cercano.

Afirmamos, que estos temas podrían presentarse en la próxima década, y advertimos como la mejor forma de solución anticiparnos a estos acontecimientos,

observar que los avances inminentes afectarán no sólo nuestro actual sistema social, sino la cultura y la forma en las que nos reconocemos como seres humanos, más allá de la diversidad en los géneros, sino como seres sintientes a pesar de la tecnología y el poder que cada uno pueda obtener de ella.

Este será el desafío que nos propone la próxima década de mayor longevidad, mejor calidad de vida, conectividad, organización globalizada, mayor adaptación tecnológica y dependencia de las máquinas: no perder la esencia de la humanidad.

## **6. Bibliografía y fuentes de información**

### **6.1 Bibliografía**

Aranda, C. (noviembre 2019). Sesgos e inteligencia artificial: ojo al dato. *Revista Uno*.  
<https://www.revista-uno.com/33-revista-uno-tecnologias-exponenciales/sesgos-e-inteligencia-artificial-ojo-al-dato/>

Babarro Rodríguez, N. (28 de mayo de 2019). Coeficiente intelectual: qué es, cómo se mide, test y valor promedio. *Psicología-online*. <https://www.psicologia-online.com/coeficiente-intelectual-que-es-como-se-mide-test-y-valor-promedio-4578.html>

Barifouse, R. (7 de octubre de 2021). David Sinclair, el científico de Harvard que afirma que "la vejez es una enfermedad" (y puede ser curable). *BBC News*.  
<https://www.bbc.com/mundo/noticias-58779750>

Beighley, P. (2021). Culture Shock: Thinking about reintegration after preservation [Choque cultural: pensar en la reintegración después de la preservación]. *Cryonics*, 42(1), 3-4. <https://www.alcor.org/docs/cryonics-magazine-2021-01.pdf>

Brendan Parent, J., y Turi, A. (2020). Death's Troubled Relationship with the Law. [Las relaciones problemáticas de la muerte con la ley]. *AMA Journal of ethics*, 22(12), 1055-1061. <https://journalofethics.ama-assn.org/article/deaths-troubled-relationship-law/2020-12>

Castro, C. (2 de diciembre de 2019). La endogamia deformó la cara de los Habsburgo. *El Independiente*. <https://www.elindependiente.com/vida-sana/salud/2019/12/02/la-endogamia-deformo-la-cara-de-los-habsburgo/>

Campanario, S., y Vazhnov, A. (2017). *Modo esponja*. Sudamericana.

Dantas, C., Ferraz, C., y Falcão, J. (2020). La protección de la diversidad en el patrimonio genético: implicaciones bioéticas y jurídicas en el uso de CRISPR-Cas9 como herramienta de edición genómica en humanos. *Revista de Bioética y Derecho*, (49), 77-91. [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1886-58872020000200006&lng=es&tlng=pt](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1886-58872020000200006&lng=es&tlng=pt).

Domínguez, N. (26 de mayo de 2017). La criogenia humana "es como congelar un filete putrefacto". *Diario El País*. [https://elpais.com/elpais/2017/05/25/ciencia/1495742774\\_221269.html](https://elpais.com/elpais/2017/05/25/ciencia/1495742774_221269.html)

Gustova, K. (2 de junio de 2021). Se presenta en Rusia un neuroimplante para restaurar la visión. *Made in Russia*. <https://madeinrussia.ru/es/news/3806>

Häggröm, O. (2016). *Aquí hay dragones. Ciencia, tecnología y futuro de la humanidad*. Teell Editorial SRL.

Harari, Y. N. (2018). *Sapiens. De animales a dioses*. Epub Libre.

Henderson, H. (3 de marzo de 2021). *News. CRISPR Clinical Trials: A 2021 Update* [Noticias. Ensayos clínicos CRISPR: actualización de 2021]. <https://innovativegenomics.org/news/crispr-clinical-trials-2021/>

Hernández Bonilla, J. (20 de junio de 2021). Un animal multicelular sobrevivió congelado durante 24.000 años y se reprodujo al despertar. *El País.com*. <https://elpais.com/ciencia/2021-06-20/un-animal-multicelular-sobrevivio-congelado-durante-24000-anos-y-se-reprodujo-al-despertar.html>

Huxley, J. (1957). Transhumanism [Transhumanismo]. *Chatto & Windus*, 13-17.

Iati, M. (3 de diciembre de 2020). Meet Molly, the baby who came from an embryo frozen when her mom was a year old [Conoce a Molly, la bebé que salió de un embrión congelado cuando su mamá tenía un año]. *The Washington Post*. <https://www.washingtonpost.com/lifestyle/2020/12/03/embryo-frozen-27-years-ago-live-birth/>

Kardoudi, O. (3 de octubre de 2021). Reaniman tejido de corazón congelado. Nos acercamos a la 'vida eterna' gracias a la criogenización. *El Confidencial*. [https://www.elconfidencial.com/tecnologia/novaceno/2021-10-03/mas-cerca-de-congelara-y-resucitar-a-walt-disney\\_3300080/](https://www.elconfidencial.com/tecnologia/novaceno/2021-10-03/mas-cerca-de-congelara-y-resucitar-a-walt-disney_3300080/)

Kemelmajer, C. (7 de octubre de 2020). El Premio Nobel de Química distinguió a dos científicas por el desarrollo de las tijeras moleculares que permiten editar el genoma. *CONICET*. <https://www.conicet.gov.ar/el-premio-nobel-de-quimica-distinguió-a-dos-cientificas-por-el-desarrollo-de-las-tijeras-geneticas-que-permiten-editar-el-genoma/>

Mainetti, J. (2014). Bioética del poshumanismo y el mejoramiento humano. *Revista Redbioética, UNESCO, 5(9) 33-44.* <https://redbioetica.com.ar/wp-content/uploads/2018/11/Art3-Mainetti-A5V1N9-2014.pdf>

Manes, F., y Niro, M. (2018). *El cerebro del futuro*. Planeta.

Márquez Sánchez, F. (2007). ¿Para qué sirve la endogamia? *Ciencia, Academia Mexicana de Ciencias, 58(4), 72-78.* [https://www.amc.edu.mx/revistaciencia/images/revista/58\\_4/PDF/13-483-72-78.pdf](https://www.amc.edu.mx/revistaciencia/images/revista/58_4/PDF/13-483-72-78.pdf)

Mediavilla, D. (4 de diciembre de 2017). El “charlatán” que dice que vamos a ser inmortales en treinta años. *EIPais.com.* [https://elpais.com/elpais/2017/11/30/ciencia/1512038754\\_183575.html](https://elpais.com/elpais/2017/11/30/ciencia/1512038754_183575.html)

Minerva, F. (2018). *The Ethics of Cryonics. Is it Immoral to be Immortal?* Palgrave Macmillan.

Nordengen, K. (2018). *Tu súpercerebro*. Paidós.

Lovat, A. M. (19 de noviembre de 2019). Seres humanos biónicos e inteligencia artificial humanizada. Nexos entre la humanidad y las máquinas. *Ratio Iuris Revista de Derecho Privado, 7(2) 1-31.*

Perry, R. M. (2021). Restoration without rediscovery: authentic De Novo recreation of lost information in a multiple-worlds settings [Restauración sin redescubrimiento: auténtica recreación de Novo de información perdida en un entorno de múltiples mundos]. *Cryonics, 42(1), 10-18.* <https://www.alcor.org/docs/cryonics-magazine-2021-01.pdf>

- Pizzuti, M. (2015). *Descubrimientos médicos no autorizados*. Ediciones Obelisco.
- Priest, E. (28 de julio de 2021). Southern Cryonics facility for human body freezing to open in 2022 [La instalación de Southern Cryonics para la congelación del cuerpo humano se abrirá en 2022]. *News.com.au*.  
<https://www.news.com.au/technology/science/human-body/southern-cryonics-facility-for-human-body-freezing-to-open-in-2022/news-story/a87d6baeea5224d4c78e7cacb45d29ff>
- Putruele, M. (27 de febrero de 2021). ¿Una cura para la vejez? Según un científico inglés no sólo es posible, sino que llegará más pronto de lo pensado. *Infobae*.  
<https://www.infobae.com/america/tendencias-america/2021/02/27/una-cura-para-la-vejez-segun-un-cientifico-ingles-no-solo-es-posible-sino-que-llegara-mas-pronto-de-lo-pensado/>
- Rubio, I., y Bueno, O. (22 de julio de 2020). Un dispositivo bajo la piel para abrir puertas o viajar en tren. *El País.com*.  
[https://elpais.com/retina/2020/07/22/innovacion/1595432782\\_713134.html](https://elpais.com/retina/2020/07/22/innovacion/1595432782_713134.html)
- Rubio, I. (19 de marzo de 2021). Humanos aumentados: ¿debemos poder mejorar nuestros cuerpos gracias a la tecnología? *El País.com*.  
<https://elpais.com/tecnologia/2021-03-19/humanos-aumentados-debemos-poder-mejorar-nuestros-cuerpos-gracias-a-la-tecnologia.html>
- Sadin, E. (2021). *La silicolonización del mundo: la irresistible expansión del liberalismo digital*. Caja Negra.

Salvatto, M., y Salvatto, A. (2021). *La batalla del futuro. Algo en qué creer*. Ediciones Lea SA.

Tabernig, C., Carrere, L., Escher, L., Gentiletti, G., y Spaich, E. (2017). Evaluación de Desempeño de un Sistema Basado en Interfaz Cerebro Computadora por Imaginería Motora y Realidad Virtual: Cambios entre y las sesiones de uso. *Cognitive Area Networks Asociación Nicolo*, 4(1), 93-97.  
<https://www.researchgate.net/publication/319991609>

Wilson, P. (26 de junio de 2021). The Cryonics Industry Would Like to Give You the Past Year, and Many More, Back [A la industria criónica le gustaría devolverle el año pasado y muchos más]. *New York Times*.  
<https://www.nytimes.com/2021/06/26/style/cryonics-freezing-bodies.html>

## **6.2 Fuentes de información**

Alcor (s.f.). *What is cryonics?* [¿Qué es la criónica?]. <https://www.alcor.org/what-is-cryonics/>

BBC (13 noviembre 2016). *"Transhumana": la chica que se autoimplantó 50 chips y varios imanes para que su cuerpo fuera "mejor"*.  
<https://www.bbc.com/mundo/noticias-37925981>

Bioeticawiki (s.f.). *Historia del Transhumanismo*.  
[https://www.bioeticawiki.com/Historia\\_del\\_Transhumanismo#cite\\_ref-8\\_15-0](https://www.bioeticawiki.com/Historia_del_Transhumanismo#cite_ref-8_15-0)

El Argentino (22 de marzo de 2021). *Científicos de la UNLP estudian genes que "pueden revertir proceso de envejecimiento"*.



<https://www.diarioelargentino.com.ar/noticias/213911/cientificos-de-la-unlp-estudian-genes-que-pueden-revertir-proceso-de-envejecimiento>

Forbes México (20 de noviembre de 2020). *Científicos afirman revertir el envejecimiento celular por primera vez*. <https://www.forbes.com.mx/noticias-cientificos-revertir-envejecimiento-celular/>

IBMCP (2 de febrero de 2016). *Historia de la revolucionaria técnica CRISPR*. <http://www.ibmcp.csic.es/es/actualidad/historia-de-la-revolucionaria-tecnica-crispr>

Instituto Valenciano de Infertilidad (s.f.). *Del DGP al PGT*. <https://ivi.com.ar/tratamientos-reproduccion-asistida/dgp-pgt/>

Knewton (s.f.). *Start where you are, we'll take you where you want to go* [Empiece donde está, le llevaremos donde quiera ir]. <https://www.knewton.com/>

Ministerio de Salud y Desarrollo Social (s.f.). Dirección de Estadísticas e Información de la Salud. *Argentina.gob.ar*. [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/el\\_registro\\_de\\_las\\_causas\\_de\\_muerte\\_y\\_las\\_estadisticas\\_de\\_mortalidad.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/el_registro_de_las_causas_de_muerte_y_las_estadisticas_de_mortalidad.pdf)

National Human Genome Research Institute (s.f.). *Meiosis*. <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Meiosis>

National Human Genome Research Institute (s.f.) *Epigenética*. <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Epigenetica>

Resolución del Parlamento Europeo con recomendaciones destinadas a la Comisión sobre normas de Derecho civil sobre robótica (16 de febrero de 2017). *Parlamento Europeo*. [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-8-2017-0051\\_ES.html](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-8-2017-0051_ES.html)

Procreate Red de medicina reproductiva y molecular (s.f.). *Tratamientos y Prácticas*. <https://procreate.com/tratamientos>

Synthego (s.f.). *About Us*. <https://www.synthego.com/company>

Testo (s.f.). *Criogenia*. <https://www.testo.com/es-AR/aplicacion/criogenia>