



El 'hombre máquina' y los nanorobots: la perspectiva de los derechos humanos y de la bioética

THE 'MAN A MACHINE' AND NANOROBOTS: A HUMAN RIGHTS-BASED AND BIOETHICAL PERSPECTIVE

Simona Fanni

Università di Cagliari, Italia

simona.fanni@outlook.it  0000-0001-6865-6530

Recibido: 26 de noviembre de 2021 | Aceptado: 18 de febrero de 2022

RESUMEN

La nanorobótica representa una de las fronteras más avanzadas y prometedoras del progreso tecnológico y científico. En particular, el empleo de los nanorobots en la medicina desvela, cada día más, su potencial para tratar enfermedades tan graves como difundidas, tales como las enfermedades hematológicas, neurodegenerativas y el cáncer. Al mismo tiempo, la capacidad de los nanorobots de modificar el cuerpo humano y sus funciones biológicas plantea cuestiones de carácter bioético y jurídico. El presente trabajo tiene como propósito analizar la compatibilidad del empleo de los nanorobots en la medicina con los principios bioéticos, especialmente la dignidad humana, y con el derecho a la identidad y a la integridad psíquica y mental del ser humano, incluso en el plan genético. Además, se teoriza que el empleo con fines terapéutico de los nanorobots constituye un componente del derecho a la salud y del derecho a gozar de los beneficios del progreso científico.

ABSTRACT

Nanorobotics is one of the most advanced and promising frontiers of technological and scientific progress. In particular, the use of nanorobots in the medical fields is growingly showing its potential for treating such common and serious diseases as hematologic and neurodegenerative disorders and cancer. However, since nanorobots modify the human body and alter its biological functions, their applications raise important bioethical and legal issues. The purpose of this study is to analyse the compatibility of the use of nanorobots in medicine with the principles of bioethics, especially human dignity, and with the right to identity and the right to physical and mental integrity, including from a genetic perspective. Moreover, this paper theorizes and suggests that the therapeutic use of nanorobots falls within the scope of the right to health and of the right to enjoy the benefits of scientific progress.

PALABRAS CLAVE

Nanorobots
Dignidad Humana
Identidad
Integridad física y psíquica
Derecho a la salud
Hombre máquina
Posthumanismo
Transhumanismo

KEYWORDS

Nanorobots
Human Dignity
Identity
Physical and mental integrity
Right to enjoy the benefits of scientific progress
Right to health
Man a Machine
Post-humanism
Transhumanism

1. EL 'PANORAMA DE LA CIENCIA' Y LOS NANOROBOTS EN EL CAMPO MÉDICO

El progreso de la biomedicina, de la nanotecnología y de la inteligencia artificial influye de una forma cada vez más profunda en el ser humano y en su naturaleza, tanto física como espiritual, penetrando en el cuerpo y transformándolo¹.

En las promesas de la ciencia resuenan las proféticas visiones dibujadas por Francis Bacon y sus *Magnalia Naturae* en el apéndice de "La Nueva Atlántida" (Bacon, 1627, 173, 174): "[p]rolongar la vida [...]. Retrasar la vejez. Curar males incurables. Aliviar el sufrimiento [...]. Manipular los rasgos somáticos. Aumentar y exaltar las facultades intelectuales. Mudar los cuerpos en cuerpos distintos".

Estas posibilidades encarnan las ilusiones y los deseos eternos de la humanidad y hoy en día aparecen más concretas, más reales que nunca: de hecho, en la actualidad el progreso científico ha brindado la posibilidad de aportar mejoras en las condiciones físicas e intelectuales del ser humano gracias a terapias avanzadas, tales como el uso de la nanotecnología en el campo médico, que consiente tratar muchas enfermedades que afligen a la humanidad, tales como el cáncer, algunas enfermedades neurodegenerativas y hematológicas.

En efecto, ya hace tiempo la nanorobótica representa una frontera científica estratégica en el campo de la medicina (Cozzi, 2021, párrafo 2), que se viene explorando y paulatinamente desarrollando. En este sentido, la nanorobótica viene demostrándose cada día más una dimensión valiosa y prometedora, capaz de ofrecer un enfoque novedoso y efectivo para tratar las múltiples enfermedades mencionadas, según mecanismos susceptibles de influir sobre las funciones biológicas y producir el resultado terapéutico deseado según diferentes modalidades. En este sentido, se puede recordar que a fin de tratar algunas enfermedades hematológicas, los nanorobots (que pueden tener un tamaño de 0,1 a 10 micrometros¹) se introducen en el cuerpo humano de los pacientes mediante la administración endovenosa. De esta forma, los nanorobots se incorporan a la circulación sanguínea, en la que desempeñan sus funciones: por ejemplo, se podrán incorporar en la sangre respectivamente como respirocitos², como 'microbívoros'³, o como "clottocytes"⁴. Además, los nanorobots aparecen prometedores para administrar los medicamentos de forma precisa, funcionando como *drug-carriers*, administrando el medicamento de forma localizada en las células. En este sentido, los nanorobots representan un valioso aliado para la medicina personalizada, puesto que permiten definir y ajustar la dosis específica del medicamento a ser administrado al paciente según sus

-
1. Revisión lingüística por la Doctora Flavia Alejandra Auad Gandarias.
 2. El término 'respirocito' fue acuñado por el Dr. Robert Freitas, del Instituto de Fabricación Molecular de California, y se refiere a un pseudoglóbulo rojo artificial que, en un futuro podría complementar o sustituir la función de los eritrocitos, es decir de los glóbulos rojos naturales.
 3. Es decir, para realizar funciones de fagocitos al igual que los glóbulos blancos, pero con una capacidad potenciada.
 4. Desempeñan un papel fundamental en la hemostasia.

exigencias y en el momento en que sea necesario, monitorizando el cuadro médico y su evolución.

Los nanorobots podrían ser útiles para administrar la terapia génica (Del Barrio Seoane, sin año, párrafo 3)⁵, por ejemplo para tratar el cáncer, y podrían directamente utilizarse para destruir las células tumorales.

Los beneficios que derivan del empleo (o de la implementación) de los nanorobots en la medicina – y, más específicamente, en la nanomedicina – son múltiples, y la ciencia médica sigue evolucionando de una forma tan rápida como asombrosa.

Sin duda, para completar este breve análisis de la importancia de los nanorobots en el escenario médico, parece imprescindible recordar el asombroso potencial de los nanorobots de ADN capaces de auto-ensamblarse, que representan una innovadora invención científica realizada por la Universidad de New South Wales, en Australia, en colaboración con algunos científicos británicos, y que se destacan por una serie de características (Hu, 2021, 2; UNSW Sidney – Newsroom, 2020, párrafo 2 ss.; NotizieScientifiche.it, 2020, párrafo 3; Bradley, 2018, 1; Li, S. et al., 2018, 260 ss.).

Al respecto, cabe destacar que la novedosa peculiaridad que caracteriza a los nanorobots de ADN se debe específicamente a las propiedades típicas del ADN, que no solo transporta información genética, sino también es capaz de autoensamblarse. Por consiguiente, el ADN tiene la capacidad de constituir estructuras de proporciones mayores una vez que se encuentre dentro del cuerpo humano y, por ende, los nanorobots de ADN podrían realizar “misiones a nivel celular” (Losada, 2021, párrafo 1), que, hasta el momento, parecen ser inéditas. Por ejemplo, estas prodigiosas y sofisticadas herramientas podrían llevar anticuerpos capaces de destruir células tumorales de una forma y con una precisión sin precedentes. De hecho, según cuanto/lo afirmado por Frederic Llordachs en un artículo publicado en Clinic Cloud –en el Instituto Wyss de Biología Inspired Engineering de la Universidad de Harvard– se consiguió plegar algunas “hebras de ADN sintético para hacer una jaula en forma de barril de aproximadamente 35 nanómetros de diámetro” (Losada, 2021, párrafo 1; Clinic Cloud, sin año, párrafo 3), que tienen la antes descrita capacidad de intervenir en la destrucción de células tumorales (Li, S. et al., 2018, 259 ss.). Al concentrarnos en las características descritas, se puede apreciar como los recientes avances logrados en relación con los nanobots de ADN resultan capaces de innovar de forma significativa las posibilidades de intervención en el

5. Se hace referencia a la terapia génica de carácter somático, que interviene sin alterar de forma alguna la línea germinal humana. A este respecto, cabe poner de relieve también la relación, en el plan genético, entre la medicina individualizada y los asombrosos avances de la genética y de las terapias génicas: en efecto, se estima que pronto será posible realizar el secuenciamiento del genoma individual de cada paciente, asegurando a cada uno una respuesta terapéutica individualizada. Se trata de una posibilidad terapéutica capaz de realizar un cambio de fundamental importancia, considerando/al considerar (no sé si entendí bien la idea) que en la actualidad la tasa de respuesta global a los medicamentos administrados está cerca al 50%. La medicina individualizada resulta ser una poderosa herramienta, no solo científicamente viable, sino también accesible a nivel concreto en un futuro no lejano, dado que se estima que el precio de la secuenciación del genoma humano bajará de doscientos mil euros a alrededor de seiscientos euros.

cuerpo humano, marcando un cambio preventivo y terapéutico en el tratamiento de varias patologías de una forma antes inesperada.

A la luz del breve análisis llevado a cabo, se puede observar como, gracias a los nanorobots, las oportunidades terapéuticas crecen, y alimentan las esperanzas de los pacientes y de la humanidad en general. El 'panorama de la ciencia' (Russel, 2015) y de la nanotecnología aparece, cada vez más, apasionante y prometedor.

El propósito del presente trabajo es analizar los progresos científicos descritos desde el punto del vista del derecho internacional de los derechos humanos, argumentando en favor de la compatibilidad de las poderosas herramientas representadas por los nanorobots con los derechos humanos y con los principios bioéticos. En este sentido, se hace hincapié, ante todo, en el concepto de dignidad humana y en la concepción de integridad mental y física de la persona que se puede desprender del derecho internacional de los derechos humanos. Luego de argumentar a favor de la coherencia del empleo de los nanorobots en el campo médico como instrumentos terapéuticos, la reflexión se enfoca en el análisis del tema en el marco de la protección del derecho a la ciencia o del derecho a gozar de los beneficios del progreso científico - cuyo alcance fue específicamente aclarado por la Observación General núm. 25(2020) del Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de Naciones Unidas - y del derecho a la salud.

II. NANOROBOTS, TRANSHUMANISMO Y POSTHUMANISMO

Las nuevas tecnologías, en particular las poderosas novedades que la robótica viene desarrollando y que resultan capaces de modificar, –a menudo profundamente– el cuerpo humano, plantean cuestiones bioéticas y jurídicas de importancia fundamental.

Como se ha puesto de relieve, los nanorobots utilizados para prometedores propósitos terapéuticos; es decir, para tratar enfermedades graves y difundidas entre la población –tales como algunas enfermedades hematológicas, neurodegenerativas y el cáncer–, producen alteraciones de las funciones biológicas en el cuerpo humano y determinan una integración entre la tecnología y la esfera corporal.

En esta profunda incorporación de los nanorobots en el ser humano resuena la visión del transhumanismo, la esperanza de que el ser humano pueda seguir siendo sí mismo pero, a la vez, 'trascenderse', realizando nuevas posibilidades para su naturaleza humana (Huxley, 1969, 194, 201; Rodotà, 2012, 344).

Esta visión, propugnada por Julian Huxley - considerado el 'padre' del transhumanismo juntamente con Pierre Teilhard de Chardin - en su obra *In New Bottles for New Wine*, concibe la ciencia como herramienta para mejorar la naturaleza humana, para potenciar las capacidades físicas y cognitivas del ser humano y para enfrentar algunas condiciones indeseables, tales como el envejecimiento y las enfermedades.

El eco del 'transumanar', con el que Dante Alighieri en la *Divina Commedia* describía la superación de la naturaleza humana más allá de sus propios límites para incorporarse en la naturaleza divina superior, resuena en la visión del transhumanismo, así como en el pensamiento posthumanista. Al respecto, se podría decir que la trascendencia de

los límites humanos adquiriera un matiz acentuado en el posthumanismo, que llega a enfatizar una concepción que se podría definir holística y unitaria entre el ser humano, su esfera corporal y la dimensión tecnológica, que teoriza y acepta la decadencia del antropocentrismo. En efecto, según proclamó el *Post-Human Manifesto* (Rodotà, 2012, 347) parece evidente que el ser humano no constituye más la cosa más importante del universo.

A la luz de las visiones propugnadas por el transhumanismo y el posthumanismo, resulta casi inevitable plantearse el interrogante de Günther Anders de si el ser humano sea acaso obsoleto (Anders, 2005) y, por ende, de si haya llegado la época del 'hombre máquina' (de La Mettrie, 2014; Rodotà, 2012, 312) celebrado por Julien Offray de La Mettrie.

En este sentido, al considerar el alcance y el potencial de los nanorobots para la medicina y para la salud humana, las palabras de Günther Anders aparecen proféticas al describir un ser humano que desplaza sus confines, los coloca más lejos, que se aleja cada vez más de sí mismo trascendiendo dichos límites. Así, el ser humano supera los límites inherentes a su naturaleza, franquea el umbral que lo conduce a una esfera que deja de ser natural y que se vuelve híbrida y artificial (Anders, 2005). El ser humano es un pionero que explora la dimensión de la ciencia, adentrándose en el mundo de la nanorobótica y de la medicina avanzada. Se pone la exigencia de encontrar una nueva orientación de frente a una diferente nueva antropología (Hildebrand, 2003, 3; Rouvroy, 2011, 119; Rodotà, 2012, 340), y el derecho tiene el imprescindible papel de definir un estatuto del ser humano coherente con esta realidad. Es preciso que el derecho sea capaz de delinear un cuadro jurídico coherente con la ciencia y su progreso y, a la vez, de proteger la esencia humana que la dignidad humana encarna.

Para aclarar el papel que podría corresponder al derecho en esta óptica, cabe recordar la idea que se afirmó desde la doctrina, según la que "un derecho debil y sumiso hace desaparecer los derechos y, de tal forma, también las personas que los encarnan" (Rodotà, 2012, 353).

Por lo tanto, el derecho, especialmente el bioderecho, no puede limitarse a establecer prohibiciones, casi de forma automática, para preservar a la persona humana y su integridad, tanto moral como física. Por lo contrario, es preciso que el derecho desempeñe un papel proactivo y, que a fin de describir, de forma holística y coherente una nueva antropología humana, reconozca como hoy en día la "normalidad no solo es la que define la naturaleza, sino también la que [mediante la ciencia] se construye artificialmente" (Rodotà, 2012, 360).

Es necesario definir un estatuto de la corporalidad frente a los desafíos que las prometedoras aplicaciones médicas de los nanorobots plantean, capaz de adaptarse de forma flexible, pero a la vez coherente en el plan de los principios y de los valores establecidos a favor de la protección de la persona, en el marco de un camino dirigido hacia la "sociedad nanotecnológica" (Rodotà, 2012, 367; Neresini, 2011, subtítulo).

Por lo tanto, si por un lado aparece evidente el papel esencial que se encomienda al derecho, por otro lado es preciso definir los estándares para identificar y delinear el alcance y las modalidades según las que el derecho tiene que intervenir, regulando

esferas tan sensibles como concretas en la experiencia diaria y hasta constante del paciente, su corporalidad y el impacto de las novedosas y prometedoras posibilidades terapéuticas que la nanorobótica brinda en el ámbito médico.

Por ende, surge el interrogante de si los derechos humanos proporcionen un cuadro apropiado a este fin, que resulte además ser conforme a los principios bioéticos.

En este sentido, el presente estudio pretende demostrar que el empleo de la nanotecnología y de los nanorobots en la medicina resulta ser coherente con los principios bioéticos y con los derechos humanos, e incluso que se puede configurar un cuadro de derechos humanos susceptible de incorporar en su alcance y en su ámbito de aplicación el empleo de los nanorobots a fines terapéuticos, tanto cuando se incorporen como "componentes" en la sangre (como se puso de relieve antes, para tratar enfermedades hematológicas) como cuando se utilicen para incorporar medicamentos en nuestro cuerpo (por ejemplo, para tratar el cáncer).

Desde esta perspectiva, como se adelantó precedentemente, el análisis se enfoca en la dignidad humana, la protección de la integridad física y psíquica, el derecho a la salud y el derecho a la ciencia, definido también como el derecho a gozar de los beneficios del progreso científico y sus aplicaciones, cuyo alcance fue recientemente aclarado por el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de Naciones Unidas en su Observación General n° 25.

III. EL SER HUMANO Y LOS NANOROBOTS EN EL MARCO DE LOS DERECHOS HUMANOS Y DE LA BIOÉTICA

75

"Modificar el propio cuerpo con la tecnología no es una ventaja, sino un derecho".

Las palabras de la atleta norteamericana Aimee Mullins – que utiliza prótesis de titanio especiales para correr - son evocativas, y captan el espíritu de la reflexión que el presente trabajo pretende llevar a cabo.

De hecho, cabe preguntarse cuál sea el alcance de la nueva antropología y de la nueva corporalidad que el progreso científico en el campo médico encomienda a la humanidad.

En particular, cabe preguntarse: ¿Cuál es el alcance del derecho que el ser humano tiene de disfrutar de los beneficios del progreso científico y tecnológico? ¿Cuáles son los confines esenciales de la naturaleza humana que identifican el umbral que la ciencia no debería superar, especialmente al enfocarnos en el empleo de los nanorobots en el campo médico?

Se trata de interrogantes complejos, que involucran importantes cuestiones de bioética y derecho.

De todas maneras, si bien es improbable que se pueda dar una respuesta definitiva, dado que el progreso científico es imparable y que el derecho tiende a "log behind science" (García San José, 2012, 177; Id., 2013, 99, 100), los principios bioéticos y los derechos humanos pueden proporcionar una valiosa orientación. Si bien de forma no definitiva, sino susceptible de evolucionar, se puede identificar un cuadro relevante de derechos humanos en el ámbito de los nanorobots y la medicina.

En primer lugar, cabe destacar el papel fundamental desempeñado por la dignidad humana, que constituye el principio bioético fundamental así como la “fuente” (Andorno, 2002, 960) de los derechos humanos, la que les confiere su valor universal. No sorprende, por consiguiente, que la dignidad humana constituya el *fil rouge* que une los tratados de derechos humanos y que encarne el sumo principio en el que dichas herramientas estriban. De hecho, la Declaración Universal de Derechos Humanos (DUDH) de 1948 (Faunce, 2005, 174; Pocar, 1988, 12 ss.)⁶, que encarna el arquetipo de los tratados internacionales de derechos humanos adoptados sucesivamente, invoca en su Preámbulo la “dignidad intrínseca [...] de todos los miembros de la familia humana”, haciendo hincapié en su universalidad, y afirmando además que “todos los seres humanos nacen libres e iguales en dignidad y derechos” (Andorno, sin año, párr. II).

Para la presente reflexión, además, resulta ser particularmente significativo que la dignidad constituya el sumo principio en el que se fundamentan también el Convenio sobre Derechos Humanos y Biomedicina (conocido comúnmente también como “Convenio de Oviedo”), el único tratado – si bien regional, adoptado en el marco del Consejo de Europa – que se dedique al ámbito de la biomedicina y los derechos humanos, y la Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos (DUBDH), adoptada en el marco de la UNESCO (es decir, la United Nations Organization for Education, Science, and Culture) en 2005. A pesar de que la DUBDH representa un instrumento de *soft law*, ella constituye la expresión de una coincidencia de las visiones de la comunidad internacional en el contexto de la bioética y de los derechos humanos, que la aprobó *unanimously and by acclamation*; además, cabe destacar que la DUDH tiene naturaleza legal, pudiendo la UNESCO adoptar “general normative frameworks of a predominantly philosophical and legal nature” (Andorno, 2007, 152; Emanuel y Grady, 2006, 84 ss.; Emanuel, Wendler, Killen y Grady, 2004, 930 ss.).

En particular, cabe poner de relieve que el Convenio de Oviedo, en su Preámbulo afirma “la necesidad de respetar al ser humano a la vez como persona y como perteneciente a la especie humana y reconoc[e] la importancia de garantizar su dignidad” que podría ser puesta en peligro por el “misuse of biology and medicine”, es decir, “una práctica inadecuada de la biología y la medicina”. La DUBDH contempla explícitamente la dignidad humana en su Artículo 3 y en múltiples disposiciones; de todas formas, para la presente reflexión cabe destacar/cabe resaltar que, en su Preámbulo, la DUBDH afirma que “los problemas éticos suscitados por los rápidos adelantos de la ciencia y de sus aplicaciones tecnológicas deben examinarse teniendo en cuenta no sólo el respeto debido a la dignidad de la persona humana, sino también el respeto universal y la observancia de los derechos humanos y las libertades fundamentales”.

Del cuadro normativo destacado se puede desprender que la dignidad humana, entonces, se erige como fundamento de la salvaguardia del ser humano, y direcciona el enfoque de la ciencia no solo hacia la humanidad actual, sino también hacia las gene-

6. A pesar de su naturaleza de *soft law*, la Declaración ha adquirido paulatinamente tanta relevancia como para ser considerada por muchos estudiosos como una componente de la costumbre internacional en la actualidad.

raciones futuras. En este sentido, por lo tanto, la dignidad humana contribuye a delimitar el perímetro de las prácticas científicas admisibles éticamente y desde el punto de vista de los derechos humanos. A este respecto, cabe poner de relieve que el Convenio de Oviedo proporciona una orientación fundamental, al admitir, en su Artículo 13, la manipulación del genoma humano sólo en el caso de que tenga "razones preventivas, diagnósticas o terapéuticas y sólo cuando no tenga por finalidad la introducción de una modificación en el genoma de la descendencia". De ello, se deduce que el Convenio autoriza expresamente la terapia génica somática; es decir, aquellas formas de manipulación genética que se realizan sobre las células somáticas adultas, sin afectar la línea germinal, por lo que éstas no se transmiten a la descendencia⁷. Por consiguiente, de forma indirecta, el Convenio de Oviedo prohíbe la manipulación de la línea germinal. Además, en 1998, se adoptó el Protocolo Adicional sobre la prohibición de la clonación, que contiene un *blanket ban*, inherente a la clonación tanto con fines reproductivos como terapéuticos⁸.

Este tipo de enfoque se encuentra establecido en el panorama del derecho internacional; de hecho, aparece significativo recordar que la Declaración Universal sobre el Genoma Humano y Derechos Humanos (DUGHDH), adoptada en 1997 por la UNESCO y que, al igual que la DUBDH, se aprobó *unanimously and by acclamation*, identifica explícitamente dos prácticas científicas contrarias a la dignidad humana, al prohibir expresamente la clonación con fines de reproducción de seres humanos y mencionando la manipulación de la línea germinal humana en cuanto práctica que podría ser contraria a la dignidad humana⁹.

La lógica subyacente a la visión adoptada en el escenario analizado, esencialmente, se fundamenta en la protección de la identidad y integridad genética del ser humano así como de la entera especie humana y de las generaciones futuras.

En esta óptica, se puede examinar la compatibilidad del empleo de los nanorobots en el ámbito de la medicina para propósitos terapéuticos, con la dignidad humana. Por un lado, se puede observar que la unicidad de cada ser humano, a la que se relaciona la prohibición de la clonación a fines reproductivos, no sería vulnerada; por otro lado, cabe desarrollar un análisis más amplio en relación con la identidad y la integridad genéticas, que no puede prescindir de una reflexión enfocada en el derecho

7. En este sentido, resulta aclarador lo expuesto en el apartado 89 del Explanatory Report del Convenio, mismo que afirma que "[a]n intervention seeking to modify the human genome may only be undertaken for preventive, diagnostic or therapeutic purposes and only if its aim is not to introduce any modification in the genome of any descendants", una perspectiva que el Apartado 91 de este Reporte desarrolla de forma más específica, puntualizando que "[c]onsequently, in particular genetic modifications of spermatozoa or ova for fertilisation are not allowed".

8. De hecho, el Convenio de Oviedo constituye esencialmente un tratado marco, destinado a ser integrado y desarrollado mediante la adopción de Protocolos Adicionales enfocados a temas específicos.

9. Véanse el Artículo 11 y el Artículo 24 de la DUGHDH. Además, cabe destacar que el artículo 1 de la DUGHDH afirma expresamente que la protección que ella brinda al genoma humano "es la base de la unidad fundamental de todos los miembros de la familia humana y del reconocimiento de su dignidad intrínseca y su diversidad", especificando que "[e]n sentido simbólico, el genoma humano es el patrimonio de la humanidad".

a la integridad psíquica y física desde un punto de vista más vasto. En este sentido, adquiere relevancia el tema del potenciamento del ser humano y la trascendencia de los límites que la naturaleza humana implica, en la que el transhumanismo y el posthumanismo han hecho hincapié.

A este respecto, prevalece la opinión que admite las intervenciones, con fines terapéuticos, que "mejoran" la salud, y que, a la vez, rechaza las modificaciones dirigidas a un mero *enhancement*, o sea, con fines destinados únicamente a mejorar algunos aspectos del ser humano, tales como sus facultades intelectuales o su fuerza física (Harris, 2007, 21, 44, 56)¹⁰. En esta óptica se consideran admisibles también las intervenciones que implican la terapia génica de carácter somático, que afecte al paciente adulto y su corporalidad, y no a la línea germinal humana. Fundamentalmente, el propósito consiste en salvaguardar la esencia de la humanidad; por lo tanto, por ejemplo, parecería que se pueda excluir también la posibilidad de prácticas extremas tales como la creación de "quimeras", es decir criaturas híbridas, constituidas por una parte humana y otra animal.

Por ende, resumiendo desde una perspectiva crítica el análisis llevado a cabo, la intención y el objetivo que se infiere del conjunto de estos preceptos es la protección de la identidad y de la integridad genética, tanto del individuo como de la humanidad, visión ésta que se basa en la dignidad humana y que permite hasta la manipulación genética del ser humano pero solamente en el caso de que afecte a la persona adulta, sin que dichas modificaciones se transmitan o puedan alterar o afectar a la descendencia de dicho sujeto.

Esta perspectiva consiente aclarar también el alcance del derecho a la integridad física y psíquica, no solo a nivel genético, sino desde un punto de vista holístico. A este respecto, se puede encontrar una valiosa referencia normativa en el *Bill of Rights* de la Unión Europea, es decir la Carta de los Derechos Fundamentales de la Unión Europea ('la Carta'), en particular en su Artículo 3, que se sitúa en el Título I dedicado a la 'Dignidad'. Dicha previsión no contempla expresamente la integridad genética, si bien su incorporación explícita en el texto se haya tomado en consideración durante las negociaciones finalizadas a la adopción de la Carta (Faralli y Zulli, 2011, 516). Sin embargo, la previsión aclara el alcance de la protección de la integridad física y psíquica en el ámbito científico: prohíbe las prácticas eugenésicas y la clonación reproductora de seres humanos, sin mencionar expresamente la alteración de la línea germinal humana que, por lo tanto, no resulta ser expresamente prohibida por la Carta¹¹.

10. Este último tipo de manipulaciones, podría conllevar un serio riesgo de desigualdades y discriminaciones en relación con el acceso a dichas biotecnologías tendentes a mejorar ciertas características o condiciones del ser humano – por ejemplo, como se mencionó, de sus facultades intelectuales así como de su fuerza física –, ya que las mismas quedarían fuera del alcance de aquellos sujetos que se hallaren en condiciones económicas menos ventajosas, o si se quiere, de vulnerabilidad socioeconómica. A este respecto, la visión de John Harris representa una referencia de primaria relevancia en el ámbito doctrinal.

11. A este respecto, desde la doctrina se ha afirmado que: "[It] is important to understand that not every intervention on the human genome aimed at modifying the germline necessarily equates to an eugenic practice. Therefore, it is more appropriate to follow the drafting example of the Charter of

A la luz del alcance del derecho a la integridad y a la integridad genéticas así como del derecho a la integridad física y psíquica en un sentido más amplio, holístico, aceptado en el ámbito del derecho internacional de los derechos humanos, se puede desprender que el empleo de los nanorobots en el campo médico y sus prometedoras oportunidades terapéuticas son compatibles con este marco normativo.

Se puede además considerar que esta visión resultaría ser coherente tanto con el concepto de dignidad humana "como facultad" y de dignidad humana "como restricción" (Andorno, sin año, párr. II). Según afirmado desde la doctrina, "la primera noción de dignidad se identificaría con la autonomía individual y con el derecho a aquellas condiciones que favorecen el pleno desarrollo de la personalidad", mientras la segunda "operaría más allá (e incluso en contra) de las opciones individuales y se relacionaría con la idea de que existen límites a la libertad individual fijados en función del interés general", tales como los límites que se relacionan con la prohibición de las prácticas eugenésicas, de la alteración de la línea germinal y de la clonación reproductora de seres humanos (Andorno, sin año, párr. II).

Sin embargo, con referencia a la "dignidad como facultad", cabe destacar la necesidad de que la autonomía del paciente que se someta a intervenciones terapéuticas basadas en el empleo de los nanorobots sea respetada. En este sentido, es imprescindible que se asegure una protección apropiada al ejercicio del derecho al consentimiento informado, pues como se afirmó en el Principio 1 del Código de Núremberg: "voluntary consent of the human subject is absolutely essential". La protección del consentimiento informado es fundamental para que se salvaguarde la autenticidad de la relación entre médico y paciente, coherentemente con la concepción según la que "la dignidad humana [...] fija el marco en el que las decisiones autónomas gozan de legitimidad" (Andor-

Fundamental Rights of the European Union's art 3, "Right to the integrity of the person", which unlike the Oviedo Convention, does not enshrine any general prohibition of germline genetic modifications. Art 3, refers instead to the prohibition of eugenic practices (in particular those aiming at the selection of persons) specifically and to the reproductive cloning of human beings (art 3.2). Contrary to the initiatives in the 1980s and 1990s led by European institutions, the right to genetic integrity is no longer formulated in terms of a general right to a non-modified genetic heritage or as an equivalent of a right to genetic identity. The association of the right to genetic integrity (and, subsequently, the right to a non-modified genetic heritage) with the right to genetic identity constitutes an old fashioned, narrow and detrimental view of human genetic manipulation, which focuses solely upon the perils of the latter without considering the potential benefits that can be derived from human genetic interventions. The right to genetic identity, therefore, should both foresee the integrity but also the changeability of one's genetic architecture: the right to personal identity may perfectly encompass the right to individual genetic modification." (Gomes De Andrade, 2010, 437, 432, 433) (cabe recordar que identidad genética individual es una concepción distinta de la identidad y de la integridad genéticas de la especie humana en su conjunto). De todas formas, el debate científico sobre el tema es articulado y demuestra la elevada complejidad de las cuestiones que surgen en el marco de nuestra reflexión. La doctrina abarca posiciones muy distintas: algunas, más permisivas, se expresan a favor de la manipulación hasta de la línea germinal humana, a condición de que tenga fines terapéuticos. Por el contrario, las opiniones más rigurosas, como la George Annas, califican la manipulación de la línea germinal humana como un crimen contra la humanidad. (Annas, Andrews y Isasi, 2002, 152 ss.; Scott y Wilkinson, 2017, 904 ss.).

no, sin año, párr. III) y coherentemente con la noción kantiana de dignidad que implica que el ser humano debe ser tratado siempre como un fin en sí y nunca como un simple medio. Aparece interesante observar que en esta forma de autonomía parece resonar el concepto de “libertad morfológica”, entendida como expresión de la “soberanía” que cada uno ejerce sobre su propio cuerpo a la hora de incorporar en la esfera corporal los resultados del progreso científico y médico, como los nanorobots (Rodotà, 2012, 348).

Una vez aclarada la compatibilidad del empleo de los nanorobots con la dignidad humana y el derecho a la integridad física y psíquica tanto de un punto de vista general como con específica referencia a la esfera genética, se podría investigar si el panorama del derecho internacional de los derechos humanos proporcione una respuesta aún más específica a los interrogantes que se han planteado al principio del presente apartado, o sea si, según sugirió Aimée Mullin, “modificar el propio cuerpo con la tecnología no es una ventaja, sino un derecho”.

Una referencia normativa interesante se puede hallar, ante todo, en el ámbito del derecho a la ciencia, también conocido como el derecho a gozar de los beneficios del progreso científico, que se contempla en herramientas de derechos humanos de alcance tanto universal como regional¹², con matices a veces diferentes.

El presente trabajo se concentra en las herramientas relevantes de carácter universal, con el propósito de aclarar la concepción globalmente compartida del derecho a gozar de los beneficios del progreso científico.

En esta óptica, en primer lugar, cabe enfocar el análisis en la DUDH, la que prevé que “[t]oda persona tiene derecho [...] a participar en el progreso científico y en los beneficios que de él resulten”. La previsión está contenida en el artículo 27, que protege también el derecho a tomar parte libremente en la vida cultural de la comunidad y el derecho a gozar de las artes, una característica común además al Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (PIDESC). De todas formas, el derecho a la ciencia tiene autonomía ontológica. La primera cuestión que cabe aclarar para poder examinar el alcance del derecho a la ciencia, atañe al contenido de la expresión “participar”, hallándose un primer tentativo de dilucidarla ya durante los *Travaux Préparatoires*

12. El derecho a la ciencia ha sido incorporado en varios textos de diversos instrumentos internacionales tales como el Artículo 14(1)(b) del Protocolo Adicional a la Convención Americana sobre Derechos Humanos en materia de Derechos Económico, Sociales y Culturales (o Protocolo de San Salvador), de 1988, la Declaración Universal de Derechos Humanos, la Declaración de Derechos Humanos (DUDH) de la ASEAN y la Carta Árabe de Derechos Humanos. En particular, la Declaración de Derechos Humanos (DUDH) de la ASEAN y la Carta Árabe de Derechos Humanos contemplan el derecho a gozar de los beneficios del progreso científico respectivamente en sus artículos 32 e 42. Con respecto a la realidad africana, el artículo II(2) della Carta de la Unión Africana considera la cooperación científica y técnica esencial para alcanzar los objetivos de la Organización. Además, el artículo 12(2)(b) Protocolo de la Carta Africana de Derechos Humanos y de los Pueblos sobre los Derechos de la Mujer en África prevé que los Estados promuevan la educación y la formación de las mujeres en el campo científico y tecnológico. En el sistema africano se destaca también el artículo 22 de la Carta Africana de Derechos Humanos y de los Pueblos, que contempla el derecho al desarrollo, que consiste, esencialmente, en el derecho de los pueblos al desarrollo económico, social y cultural con respecto a su libertad, e identidad y disfrutando por igual de la herencia común de la humanidad.

de la DUDH. Precisamente la versión en español del texto de la Declaración, así como la versión en francés que utiliza el verbo “participer”, han contribuido a aclarar las dudas que surgían en torno a la interpretación del texto en inglés, que utiliza el verbo “to share”. Por lo tanto, el término “participación” debe ser entendido en un sentido activo, no simplemente como “enjoying passively its benefits” sino como “taking part in the scientific enterprise in a broader sense” (como hemos destacado, se trata de participar amplia y activamente en la realidad científica; Morsink, 1999, 218; Mancisidor, 2015a, 64 ss.; Mancisidor, 2015b, 2). Desde este punto de vista, el derecho a la ciencia o a gozar de los beneficios del progreso científico abarca “science popularisation, participation in scientific creation and in scientific policy, citizen science, gender equality, the freedoms of those doing science and some other aspects which are in addition to the right to “benefit from scientific applications”¹³ (Mancisidor, 2015b, 2). En segundo lugar, el artículo 15(1)(b) del PIDESC contempla el derecho a “[g]ozar de los beneficios del progreso científico y de sus aplicaciones”, que tiene el mismo alcance que el artículo 27 della DUDH. En varias ocasiones, se ha tratado de determinar su contenido. El *Venice Statement* fue un importante tentativo: se adoptó en 2009, tras un encuentro que tuvo lugar en el marco de la UNESCO, con el objetivo de “clarifying the normative content of the right to enjoy the benefits of scientific progress and its applications and generating a discussion among all relevant stakeholders with a view to enhance the implementation of this right”¹⁴ (Romano y Boggio, 2018, 165; Mancisidor, 2015b). Otro intento relevante tendente a proporcionar una definición del contenido del derecho a la ciencia, se halla en el Informe de Farida Shaheed, *Special Rapporteur* de las Naciones Unidas en materia de derechos culturales¹⁵, que afirmó que “the normative content of the right to benefit from scientific progress and its applications includes (a) access to the benefits of science by everyone, without discrimination; (b) opportunities for all to contribute to the scientific enterprise and freedom indispensable for scientific research; (c) participation of individuals and communities in decision-making; and (d) an enabling environment fostering the conservation, development and diffusion of science and technology”¹⁶.

En el mes de abril de 2020, el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales ha adoptado la Observación General núm. 25(2020), relativa a “a la ciencia y los derechos económicos, sociales y culturales (artículo 15, párrafos 1 b), 2, 3 y 4, del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales)”, la que representa un hito.

13. “La popularización de la ciencia, la participación en la creación y en la policy de la ciencia, la “citizen science”, la igualdad de género, las libertades de hacer ciencia y otros rasgos que confluyen en el derecho de gozar de los beneficios de las aplicaciones científicas”.

14. Es decir, aclarar el alcance del derecho a gozar de los beneficios de la ciencia y fomentar el debate sobre el tema.

15. La creación, por el *Rights Council*, del *Special Rapporteur* o Relator Especial en materia de derechos culturales, que tiene una competencia específica en el campo de la ciencia, es significativa, sobre todo si consideramos la importancia del derecho a la ciencia y que muchas veces eso no es valorado adecuadamente.

16. Se trata de una concepción de acceso amplia, que abarca los beneficios del progreso científico, así como la participación en la *enterprise* y en la toma de decisiones en el campo de la ciencia.

Esta herramienta constituye un instrumento imprescindible para la presente reflexión, y contiene una referencia explícita al ámbito de la robótica, derramando luz sobre el contenido de las correspondientes obligaciones estatales fundamentadas en el PIDESC. En este sentido, es especialmente relevante que la Observación General núm. 25(2020) reconozca la interacción entre la ciencia y la esfera corporal del ser humano, en su Párrafo 72, en el que reconoce que “[l]os cambios tecnológicos son ahora tan intensos y rápidos que están desdibujando las fronteras entre los mundos físico, digital y biológico, debido a la creciente fusión de los avances científicos y tecnológicos en esferas como [...] la robótica”. Sucesivamente, el mismo Párrafo se dirige a la incorporación en la esfera corporal humana de la “innovaciones” consideradas, afirmando que “podrían cambiar no solo la sociedad y el comportamiento humano, sino incluso a los propios seres humanos, mediante la ingeniería genética o la incorporación en el cuerpo humano de dispositivos tecnológicos que transforman algunas funciones biológicas”. Sin duda, los nanorobots que se utilizan en la medicina a fines terapéuticos se sitúan en este marco. En los Párrafos siguientes, la Observación General núm. 25(2020) reconoce el potencial beneficioso de las innovaciones que el progreso científico ofrece, puesto que “[e]stas tecnologías emergentes podrían [...] mejorar el disfrute de los derechos económicos, sociales y culturales” y, en particular, se pone de relieve que “la biotecnología puede permitir la cura o el tratamiento de muchas enfermedades”. Por lo tanto los Estados tienen una obligación de “adoptar políticas y medidas que amplíen los beneficios de estas nuevas tecnologías [pero, a la vez,] reduciendo al mismo tiempo sus riesgos”, especialmente respecto al posible impacto discriminatorio que podrían tener. Indudablemente, a este propósito aparece significativo el papel que podría desempeñar el principio de precaución, que la misma Observación General 25(2020) contempla como principio y estándar valioso para un adecuado desarrollo científico (véanse los Párrafos 56, 57 y 71 de la Observación General 25(2020)). Se puede evidenciar que la Observación General reconoce que varias innovaciones prometedoras y avanzadas (tales como los logros de la robótica que incluyen a los nanorobots) constituyen una valiosa herramienta para la salud humana, puesto que la implementación de dichas innovaciones en la esfera corporal humana permite aportar transformaciones profundas en el individuo, modificando así sus funciones biológicas. La idea en la que el presente trabajo se fundamenta, es decir, la definición de un cuadro de derechos humanos inherente al empleo de los nanorobots en la medicina aparece/resulta coherente con otra afirmación significativa contenida en la Observación General núm. 25(2020), que en su Párrafo 75 afirma que “las decisiones relativas al desarrollo y la utilización de esas tecnologías se deberían adoptar en un marco de derechos humanos y desde una perspectiva holística e integradora”, y que “[t]odos los principios transversales de derechos humanos, como [...] el respeto de la dignidad humana, resultan cruciales en este ámbito”.

A la luz de estas consideraciones, se puede desprender que el derecho a gozar de los beneficios del progreso científico incluye, en su contenido y en su alcance, el derecho a gozar de los avances de la robótica, incluso el progreso de la nanorobótica, con referencia también a su aptitud a ser incorporada en el cuerpo humano y “transformar” las funciones biológicas. Por lo tanto, los Estados tienen la obligación de asegurar, proteger

e implementar el acceso a los logros de la ciencia en el contexto de la robótica y de la nanorobótica, sin discriminación o estigmatización alguna.

Desde este punto de vista, para aclarar ulteriormente el alcance del derecho puesto en consideración y de las correspondientes obligaciones estatales, es preciso profundizar la reflexión tomando en cuenta el derecho a gozar de los beneficios del progreso científico desde la perspectiva del acceso, de manera conjunta con el principio de no discriminación y con el principio de desarrollo progresivo, los que conciernen la interpretación y la aplicación de todos los derechos que el PIDESC protege. El artículo 2, que contempla ambos principios, en su apartado 2 prevé que “[l]os Estados Partes en el presente Pacto se comprometen a garantizar el ejercicio de los derechos que en él se enuncian, sin discriminación alguna por motivos de raza, color, sexo, idioma, religión, opinión política o de otra índole, origen nacional o social, posición económica, nacimiento o cualquier otra condición social”, añadiendo en su apartado 1 que los Estados parte se comprometen a adoptar una serie de medidas “hasta el máximo de los recursos de que disponga, para lograr progresivamente, por todos los medios apropiados [...] la plena efectividad de los derechos aquí reconocidos”. De lo anterior, surgen diversas consideraciones con respecto a nuestra reflexión: en primer lugar, el principio de no discriminación conlleva el deber estatal de garantizar un acceso *equitativo* a los beneficios del progreso científico. En este sentido, los Estados tienen que evitar toda forma de discriminación, por ejemplo, basada en los ingresos o en la posición económico-social, para evitar que el goce del progreso científico quede excluido a los sujetos socioeconómicamente vulnerables. A la vez, para cumplir con las obligaciones que derivan del artículo 15(1)(b), los Estados no están obligados a alcanzar los resultados que la previsión prescribe de forma total e inmediata, sino que este principio debe ser implementado y desarrollado en modo progresivo. Es decir que el esfuerzo que se requiere a los Estados a nivel financiero puede realizarse “hasta el máximo de los recursos de que disponga[n]”, pero progresivamente, en la que se debe garantizar una ejecución o realización creciente y nunca regresiva del derecho a gozar de los beneficios del progreso científico. Se trata de una previsión significativa, especialmente si consideramos que la investigación científica y la difusión de sus logros, tales como los beneficios que ofrece el empleo de los nanorobots en el campo médico, incluso a nivel de acceso, conllevan significativos gastos para el limitado *budget* o presupuesto estatal.

Además, el tema del acceso a los beneficios del progreso científico se puede abarcar y desarrollar de forma más amplia en el campo terapéutico con referencia al derecho a la salud, protegido por el artículo 12 del PIDESC y que tiene una importante conexión con la aplicación de la ciencia en el ámbito de la salud y de la asistencia sanitaria. En efecto, la misma Observación General núm. 25(2020) ha reconocido la conexión que existe entre el derecho a gozar de los beneficios del progreso científico y el derecho a la salud, aclarando, a este respecto, en su Párrafo 67, que “[l]os vínculos entre el derecho a participar en el progreso científico y sus aplicaciones y gozar de sus beneficios y el derecho a la salud son claros y diversos”, y que “el progreso científico crea aplicaciones médicas que previenen enfermedades [...], o que permiten tratarlas más eficazmente”, “[p]or lo tanto, el derecho a participar en el progreso científico y sus aplicaciones y go-

zar de sus beneficios es fundamental para la realización del derecho a la salud". Además, el Párrafo 70 de la Observación General núm. 25(2020) aclara y enfatiza la conexión entre el derecho a gozar de los beneficios del progreso científico y el derecho a la salud en una óptica de solidaridad, inclusión y no discriminación, que trasciende los confines nacionales y que hace resaltar el crucial estándar del más alto nivel posible de salud. De hecho, la Observación General afirma que "los Estados partes tienen el deber de poner a disposición y al alcance de todas las personas, sin discriminación, especialmente de las más vulnerables, las mejores aplicaciones disponibles del progreso científico necesarias para disfrutar del más alto nivel posible de salud. Los Estados partes deberían cumplir este deber hasta el máximo de los recursos de que dispongan, incluidos los que obtengan mediante la asistencia y la cooperación internacionales, y teniendo en cuenta todos los derechos económicos, sociales y culturales".

La sinergia entre el derecho a gozar de los beneficios del progreso científico y el derecho a la salud aparece sin duda beneficiosa e interesante, y es importante para encuadrar la nanorobótica en el marco de los derechos humanos; dicha interacción se puede analizar, también, desde el punto de vista del derecho a la salud, su contenido y su alcance, especialmente con referencia al paradigma del el *4A-Scheme*; es decir, el esquema de las 4A. Más detalladamente, el esquema de las 4A se articula en cuatro categorías: la *availability*, la *accessibility*, la *acceptability* y la *adaptability*¹⁷, de las que deriva la *quality* en relación con el derecho a la salud (Donders, 2011, 378, 379). El contenido del derecho a la salud, configurado en relación con el *4A-Scheme*, podría ser particularmente valioso con referencia a la prestación de bienes o servicios por parte del Estado, un elemento que sería útil también para reforzar las obligaciones estatales de esta tipología en el marco del derecho a la ciencia (Donders, 2011, 378, 379). Si encuadramos el goce de los beneficios del progreso científico en el marco del *4A-Scheme* en relación con el derecho a la salud, es posible desprender y plantear algunos contenidos de los deberes estatales. Haciendo hincapié respectivamente en cada categoría, se pueden poner de relieve, por ejemplo: la disponibilidad, en cantidad adecuada, de ciertos recursos terapéuticos; la accesibilidad, que conlleva la igualdad en el acceso y, además, tiene que garantizarse a varios niveles, como el nivel físico, económico e informativo; la aceptabilidad puede entenderse en relación con la conveniencia cultural o con el respeto de la ética médica; finalmente, la calidad atañe, por ejemplo, a la conveniencia médica y científica y a la buena calidad de los bienes y de los servicios proporcionados (Donders, 2011, 378). Las "4A" representan una forma de articularse del núcleo duro del contenido del derecho a la salud, que consiste en los *highest attainable standards*, es decir, en el más alto nivel posible de salud física y mental, que los Estados tienen la obligación de garantizar, como prevén de forma generalizada los tratados internacionales de derechos humanos. Los *highest attainable standards* encarnan un concepto consolidado, que fue incorporado por la primera vez en la Constitución de la Organización Mundial de la Salud en 1948. Hoy en día, en el marco del PIDESC, las Observaciones Generales del Co-

17. Es decir: la disponibilidad, la accesibilidad, la aceptabilidad y la calidad.

mité Derechos Económicos, Sociales y Culturales (CDESC) contribuyen a determinar el contenido concreto de los *highest attainable standards of health*, utilizando el 4A-Scheme en su análisis. Se destacan, en particular, la Observación General núm. 14(2000) y la Observación General núm. 22(2016). Desde este punto de vista, la Observación General núm. 14(2000) aclara que “health facilities, goods and services must also be scientifically and medically appropriate and of good quality” (véase el Párrafo 12(d)). Una afirmación aún más específica y relevante puede hallarse en el más reciente la Observación General núm. 22(2016) que, a pesar de que se enfoque en la salud sexual y reproductiva, aclara un rasgo importante de la calidad que, como veremos, se puede referir al núcleo duro del derecho a la salud de forma generalizada. En este sentido, el apartado 21 de la Observación General afirma que “[t]he failure or refusal to incorporate technological advancements and innovations in the provision of sexual and reproductive health services, such as medication for abortion, assisted reproductive technologies, and advancements in the treatment of HIV and AIDS, jeopardizes the quality of care”. Por ende, se puede desprender la existencia de un deber estatal de garantizar la incorporación de los “avances tecnológicos y las innovaciones” en los bienes y los servicios relativos a la salud. Como hemos adelantado, se trata de una afirmación que puede referirse al núcleo duro del derecho a la salud en general, porque ello incluye el ámbito de la salud sexual y reproductiva. Además, desde la doctrina se ha subrayado que ese *noyau dur* del derecho a la salud, tal como lo hemos invocado, constituye el objeto de una *opinio iuris* (García San José, 2017, 2, 7), a favor de cuya existencia se puede mencionar el *consensus* internacional que surge de numerosos tratados internacionales de derechos humanos, como el PIDESC y, por ejemplo, a nivel regional, la Convención Americana de Derechos Humanos (CADH).

A la luz de estas consideraciones, se puede observar, por un lado, la beneficiosa sinergia entre el derecho a gozar de los beneficios del progreso científico y el derecho a la salud, en la que se puede fundamentar el derecho a acceder a los logros del progreso científico de la robótica y de la nanorobótica en el ámbito médico, de forma generalizada e indiscriminada, en línea con el más alto nivel posible de salud. Por otro lado, se puede poner de relieve que el derecho a la salud se destaca en el contexto de la presente reflexión tanto en una óptica sinérgica y complementaria respecto al derecho a la ciencia, como desde una perspectiva específica, independiente. El derecho a acceder al empleo de la nanorobótica en la medicina se puede, por lo tanto, considerar como componente del derecho a la salud autónomamente considerado.

IV. CONCLUSIONES

El presente trabajo ha analizado el ‘panorama de la ciencia’ y de los nanorobots en el campo médico, con el propósito de identificar una nueva antropología en el escenario del derecho internacional de los derechos humanos, coherentemente con los principios bioéticos, ante todo, el sumo principio de la dignidad humana. El panorama explorado no comparte la visión del transhumanismo y del posthumanismo, y preserva con

determinación la más íntima y profunda esencia de la naturaleza humana, tanto del individuo como de la especie entera y de las generaciones futuras, invocando la dignidad humana. Sin embargo, se puede observar que una cierta forma de "trascendencia" es aceptada por el derecho internacional de los derechos humanos, siempre que se realice para propósitos terapéuticos. En este caso, incluso la terapia génica somática es admisible, y las funciones biológicas pueden ser transformadas cuando se pueda conseguir un resultado beneficioso para la salud humana.

En esta óptica, el presente trabajo ha identificado un estatuto de la nueva antropología, de la nueva corporalidad que interactúa con los nanorobots, para tratar múltiples enfermedades.

A este respecto, se ha observado que el empleo de nanorobots en el campo médico es coherente con la concepción de la "dignidad como facultad", que subyace a la protección de la autonomía del paciente y que consiente el ejercicio consciente del derecho al consentimiento informado, para la construcción de una plena "libertad morfológica". También resulta ser respetada la "dignidad como restricción": la incorporación de los nanorobots en nuestra esfera corporal, de hecho, no vulnera la esencia ontológica del ser humano, y tampoco amenaza su unicidad. En efecto, la integridad psíquica y física del ser humano, más en concreto, del paciente, resulta ser protegida, incluso a nivel genético, gracias al alivio que el uso terapéutico de los nanorobots puede ofrecer, tratando de forma efectiva enfermedades complejas, capaces de afectar profundamente la vida de la persona.

Además, la implementación de los nanorobots para proporcionar una respuesta terapéutica efectiva, incluso hasta personalizada, podrá ser invocada en virtud del derecho a gozar de los beneficios del progreso científico y del derecho a la salud.

Indudablemente, es innegable que la ciencia ha transformado, en cierta medida, nuestra corporalidad; la propia concepción de 'normalidad' necesita ser actualizada, puesto que no consiste más únicamente en la normalidad "naturalmente definida", sino más bien en la normalidad "artificialmente construida", como puso de relieve el Tribunal Arbitral del Deporte en el caso de Oscar Pistorius¹⁸. Sin embargo, el ser humano concebido en esta óptica no encarna al hombre máquina de La Mettrie o la "neuro-info-nano-machine"¹⁹, porque sigue siendo fiel a su esencia humana y mantiene intacta su dignidad (humana).

Aún es preciso esperar para que los nanorobots puedan ser incorporados en nuestra práctica terapéutica ordinaria; de todas formas, cuando 'el panorama de la ciencia' que estas prodigiosas herramientas protagonizan se vuelva un componente de nuestra experiencia médica normal, podremos contar con un amplio cuadro de derechos humanos para aprovechar de las prometedoras oportunidades brindadas por la nanorobótica.

18. Rodotà, Stefano, *Il diritto di avere diritti*, cit., p. 348.

19. Rodotà, Stefano, *Il diritto di avere diritti*, cit., p. 341.

Bibliografía

- Anders, G. (2005). *L'Uomo è antiquato, Vol. I: Considerazioni sull'anima nell'epoca della Seconda Rivoluzione Industriale*. Bollati Boringhieri.
- Andorno, R. (2002). Biomedicine and international human rights law: in search of a global consensus. *Bulletin of the World Health Organization*, 80, 959-963.
- Andorno, R. (sin año). Dignidad humana (Jurídico). *Enciclopedia de Bioderecho y Bioética*. <https://enciclopedia-bioderecho.com/voces/120>
- Andorno, R. (2007). Global bioethics at UNESCO: in defence of the Universal Declaration on Bioethics and Human Rights. *Journal of Medical Ethics*, 33(3), 150–154, 152.
- Annas, G., Andrews, L. y Isasi, R. (2002). Protecting the endangered human: toward an international treaty prohibiting cloning and inheritable alterations. *American Journal of Law and Medicine*, 28(2-3), 151-178.
- Bacon, F. (1627). *The New Atlantis*. No publisher given.
- Bradley, A. C. (2018). DNA nanorobots — seek and destroy. *Nature*. <https://www.nature.com/articles/nrc.2018.19>
- Clinic Cloud (sin año). *Qué son los robots de ADN?*. Recuperado el 28 de octubre de 2021, de <https://clinic-cloud.com/blog/robots-de-adn/>
- Cozzi, P. (2021). *Nanorobotica: cos'è, quali sono le sue applicazioni e le prospettive che apre*. Tech4Future. Recuperado el 28 de octubre de 2021, de <https://tech4future.info/nanorobotica-cose-applicazioni-prospettive/>
- Del Barrio Seoane, J. (sin año). Medicina individualizada (Técnico). *Enciclopedia de Bioderecho y Bioética*. <https://enciclopedia-bioderecho.com/voces/212>
- Donders, Y. (2011). The right to enjoy the benefits of scientific progress: in search of state obligations in relation to health. *Medicine, Health Care, and Philosophy*, 14(4), 371–81.
- Emanuel, E. J. y Grady, C. (2006). Four Paradigms of Clinical Research and Research Oversight. *Cambridge Quarterly of Healthcare Ethics*, 16, 82–96.
- Emanuel, E. J., Wendler, D., Killen, J., Grady, C. (2004). What Makes Clinical Research in Developing Countries Ethical? The Benchmarks of Ethical Research. *The Journal of Infectious Diseases*, 189, 930–937.
- Faralli, C. y Zulli, S. (2011). Terapia genica e diritti della persona. En S. Canestrari, G. Ferrando, C. M. Mazzoni, S. Rodotà y P. Zatti, *Trattato di Biodiritto. Il Governo del Corpo, Tomo I* (pp. 511-529). Giuffré Editore.
- Fauce, T. A. (2005). Will international human rights subsume medical ethics? Intersections in the UNESCO Universal Bioethics Declaration. *Journal of Medical Ethics*, 31, 173–178.
- García San José, D. I. (2012). Derecho de la Unión, Investigación embrionaria humana y patentes biológicas. *Revista de Derecho Comunitario Europeo*, 41, 175 ss.
- García San José, D. I. (2013). *European Normative Framework for Biomedical Research in Human Embryos*. Editorial Aranzadi.
- García San José, D. I. (2017). Crisis económica, vulnerabilidad multidimensional y cambio climático: la "tormenta perfecta" para el derecho a la salud en Europa. *Bioderecho.es, Estudios de Vulnerabilidad*, 5 (2017). <https://revistas.um.es/bioderecho/article/view/290821>
- Gomes De Andrade, N. N. (2010). Human Genetic Manipulation and the Right to Identity: the Contradictions of Human Rights Law in Regulating the Human Genome. *SCRIPTed*, 7(3), 429-452

- Harris, J. (2007). *Enhancing evolution. The ethical case for making people better*. Princeton University Press.
- Hildebrand, F. B. (2003). *Introduction to Numerical Analysis*, Second Edition. Dover Publications Inc.
- Hu, Y. (2021). Self-Assembly of DNA Molecules: Towards DNA Nanorobots for Biomedical Applications. *Cyborg and Bionic Systems*. <https://spj.sciencemag.org/journals/cbsystems/2021/9807520/>
- Huxley, J. (1969). *Religion without revelation*. Signet.
- de La Mettrie, J. O. (2014). *L'homme machine*. Nabu Press.
- Li, S. et al. (2018). A DNA nanorobot functions as a cancer therapeutic in response to a molecular trigger in vivo. *Nature*. <https://www.nature.com/articles/nbt.4071>
- Losada, C. (2021). ¿Cómo son los robots de ADN que pueden cambiar la medicina? La nanotecnología promete traer una revolución al sector médico tanto en eficacia como en costes. *Cronica Directo*. Recuperado el 28 de octubre de 2021, de https://cronicaglobal.espanol.com/cronica-directo/curiosidades/robots-adn-cambiar-medicina_449082_102.html
- Mancisidor, M. (2015a). Historia del Derecho Humano a la Ciencia. En N. Huhle, T. Huhle (Eds.), *Die Subversive Kraft der Menschenrechte*. Paulo Freire Verlag.
- Mancisidor, M. (2015b). Is There Such a Thing as a Human Right to Science in International Law?. *ESIL Reflections* 4(1). <https://esil-sedi.eu/wp-content/uploads/2015/04/Mancisidor-Reflection-Word.pdf>
- Morsink, J. (2011). *The Universal Declaration of Human Rights: Origins, Drafting and Intent*. University of Pennsylvania Press.
- Neresini, F. (2011). *Il nano-mondo che verrà. Verso la società nanotecnologica*. Il Mulino.
- NotizieScientifiche.it., (2020). *Nanorobot autoassemblanti costruiti con molecole di DNA: non è fantascienza ma realtà*. Recuperado el 28 de octubre de 2021, de <https://notiziescientifiche.it/nanorobot-autoassemblanti-costruiti-con-molecole-di-dna-non-e-fantascienza-ma-realta/>
- Pocar, F. (1988). La Dichiarazione universale dei diritti dell'uomo, fonte di un nuovo diritto internazionale. *Pace, diritti dell'uomo, diritti dei popoli*, 2, 11-17.
- Rodotà, S. (2012). *Il diritto di avere diritti*. Laterza.
- Romano, C. P. R. y Boggio, A. (2018). Freedom of Research and the Right to Science: From Theory to Advocacy. En S. Giordano, J. Harris y L. Piccirillo (Eds.), *The Freedom of Scientific Research: Bridging the Gap between Science and Society*. Manchester University Press.
- Rouvroy, A. (2011). *Technology, virtuality and utopia: governmentality in an age of autonomic computing*. Routledge.
- Russel, B. (2015). *The Scientific Outlook*, Routledge.
- Scott, R. y Wilkinson, S. (2017). Germline Genetic Modification and Identity: the Mitochondrial and Nuclear Genomes. *Oxford Journal of Legal Studies*, 37(4), (2017), 886–915.
- UNSW Sidney – Newsroom (2020). *DNA nanobots build themselves – how can we help them grow the right way?*. Recuperado el 28 de octubre de 2021, de <https://newsroom.unsw.edu.au/news/health/dna-nanobots-build-themselves-%E2%80%93-how-can-we-help-them-grow-right-way>

Fuentes normativas

- Council of Europe, Convention for the protection of Human Rights and Dignity of the Human Being with regard to the Application of Biology and Medicine: Convention on Human Rights and Biomedicine (adopted in Oviedo, 4 April 1997, entered into force 1 December 1999) ETS No. 164.
- UN Committee on Economic, Social and Cultural Rights (CESCR), *General Comment No. 14: The Right to the Highest Attainable Standard of Health* (Art. 12 of the Covenant), 11 August 2000, E/C.12/2000/4.
- UN Committee on Economic, Social and Cultural Rights, *General comment No. 22 (2016) on the right to sexual and reproductive health* (article 12 of the International Covenant on Economic, Social and Cultural Rights), 2 May 2016, E/C.12/GC/22.
- UN Committee on Economic, Social and Cultural Rights (CESCR), *General comment No. 25 (2020) on science and economic, social and cultural rights (article 15 (1) (b), (2), (3) and (4) of the International Covenant on Economic, Social and Cultural Rights)*, Adopted at the Sixty-seventh Session of the Committee on Economic, Social and Cultural Rights, on 30 April 2020 (Contained in Document E/C.12/GC/25).
- Report of the Special Rapporteur in the field of cultural rights, Farida Shaheed, on the right to enjoy the benefits of scientific progress and its applications (A/HRC/20/26, 2012).
- UNESCO, *Venice Statement on the Right to Enjoy the Benefits of Scientific Progress and Its Applications*, (2009). <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001855/185558e.pdf>
- United Nations, *Human Rights Council, Tenth Session, Resolution 10/23. Independent expert in the field of cultural rights*. https://ap.ohchr.org/documents/E/HRC/resolutions/A_HRC_RES_10_23.pdf