



# AUMENTAR LAS CAPACIDADES HUMANAS ESTADO ACTUAL Y PERSPECTIVAS TECNOLÓGICAS

En el último número de *Futuribles* del año 2013, Jean-Michel Besnier analizaba la ideología de los transhumanistas y las diferentes visiones del "posthumano" promovidas por ellos; en otro artículo, Adrien Marck y sus coautores se preguntaban por los eventuales límites de la humanidad, en términos de recursos pero también de rendimiento físico. ¿Está el humano destinado a estancarse, o "mutará" bajo el efecto de innovaciones tecnológicas cada vez más avanzadas?

Como lo muestra aquí Pierre-Yves Cusset, el aumento de las capacidades humanas es un viejo sueño que se ha ido realizando a lo largo del tiempo y al paso de los progresos en diversos campos científicos pero que, en el contexto de las aceleraciones ocurridas en materia tecnológica y de la convergencia cada vez mayor entre las nanotecnologías, las biotecnologías, la informática y las ciencias cognitivas (NBIC), suscita importantes debates éticos, incluso en el seno de la comunidad científica. ¿Hasta dónde hemos llegado? ¿Cuáles son las tecnologías para el mejoramiento de las capacidades físicas y cognitivas ya utilizadas para reparar o desarrollar las capacidades humanas? ¿Cuáles están siendo estudiadas? ¿Qué perspectivas abren y qué

---

**PIERRE-YVES CUSSET\***


---

riesgos (ambientales, sanitarios, sociales...) llevan en germen? Este artículo desarrolla estas preguntas y señala los aspectos éticos y filosóficos que están en juego y que deben tenerse en cuenta antes de emprender una carrera semejante por el rendimiento y el desempeño. S.D.

El deseo de poder algún día superar sus límites biológicos o de elevarse por encima de su condición de simple mortal es casi tan antiguo como la humanidad. Los progresos de la ciencia y de la tecnología, especialmente en los campos de las nanotecnologías, las biotecnologías, la informática y las ciencias cognitivas (cuyas interacciones se designan ahora mediante la sigla NBIC), llevan a algunos a pensar que en un futuro bastante cercano podría estar a nuestro alcance un mejoramiento significativo del rendimiento humano, ya sea físico o cognitivo. De hecho, varios hallazgos de las investigaciones arrojan dudas sobre las fronteras que existen entre lo natural y lo artificial, entre lo normal y lo patológico, o incluso entre cuidar y mejorar.

Esta perspectiva suscita reacciones muy diversas, tanto entre algunos "profanos", como en el seno la comunidad científica, reacciones

que van del espanto al entusiasmo, pasando por la ansiedad o el más grande escepticismo.

Después de una rápida presentación de los avances científicos y tecnológicos que podrían conducir al desarrollo de nuevas técnicas para el mejoramiento del rendimiento y el desempeño humanos, este artículo presentará los debates que estas hipotéticas tecnologías plantean desde un triple prisma sanitario, social y ético.

## AUMENTAR LAS CAPACIDADES DEL HOMBRE: EL REGRESO DE UN VIEJO SUEÑO

En un sentido amplio, ya somos seres humanos con capacidades aumentadas: llevamos vestidos que nos protegen del frío, utilizamos medios de transporte que nos permiten desplazarnos más lejos y más rápido, creamos computadores que amplían nuestras capacidades de procesamiento y de almacenamiento de una cantidad de informaciones cada vez mayor, etc. Pero el tema que nos ocupa es algo diferente, puesto que nos referimos a un aumento de nuestras capacidades como resultado de una acción directa sobre nuestro cuerpo.

---

\* Sociólogo, jefe de proyecto en el Commissariat général à la stratégie et à la prospective (CGSP), departamento de Asuntos sociales. Este artículo es tomado de la Note d'analyse del Centre d'analyse stratégique (hoy CGSP), n.º 310, diciembre de 2012, "Les technologies d'amélioration des capacités humaines". El autor agradece a Jean-Michel Besnier, Élyette Lévy-Heisbourg, Philippe Marlière, Jean-Luc Pujol y Jean-Claude Weil.

Un estudio sobre el tema fue publicado en 2009 por el STOA (Science and Technology Options Assessment) del Parlamento europeo. Dicho estudio define el mejoramiento humano como “toda modificación tendiente a mejorar el rendimiento humano, efectuada mediante intervenciones en el cuerpo humano basadas en principios científicos y tecnológicos” (Coenen, 2009). Estas modificaciones pueden ser temporales o duraderas, incluso definitivas; pueden dirigirse a individuos particulares o, en caso de intervención sobre el genoma, a toda la especie humana; pueden tener por objetivo el aumento de las capacidades humanas (por ejemplo, correr más rápido) o la adquisición de capacidades no humanas (visión nocturna, percepción de ultrasonidos, aptitud para volar, etc.).

## **SURGE LA CONTROVERSIA INTERNACIONAL**

La verdadera controversia internacional sobre estas tecnologías de mejoramiento surgió en 2002, con la publicación del informe *Converging Technologies for Improving Human Performance* (Roco y Bainbridge, 2002), encargado por la National Science Foundation (NSF) y el departamento de Comercio de los Estados Unidos. Destinado principalmente a elaborar un panorama del estado de avance de las tecnologías NBIC y de sus posibles interacciones, este informe dio mucho de qué hablar, sobre todo porque plantea abiertamente el mejoramiento de las capacidades físicas e intelectuales del ser humano como un objetivo legítimo de la investigación.

En respuesta a esta publicación, la Comisión Europea constituyó su propio grupo de expertos en tecnologías convergentes. El informe de este último, publicado en 2004 (Nordmann, 2004), insiste mucho más que el informe estadounidense en la necesidad de una regulación

ética del desarrollo de las tecnologías NBIC. Más que una ingeniería del cuerpo y del cerebro, los expertos reunidos por la Comisión Europea defienden la idea de una ingeniería *para* el cuerpo humano y *para* el cerebro humano. Denuncian particularmente el riesgo de que los hombres deleguen una parte cada vez más importante de su libertad y de sus responsabilidades en un mundo mecánico que actúa para ellos. Como quiera que sea, el contexto europeo está marcado por una desconfianza mucho más grande de la sociedad frente a los desarrollos recientes de la investigación, y por el temor de que el desarrollo de aplicaciones no consensuales alimente un poco más esta desconfianza y afecte el financiamiento de la investigación en el campo de las tecnologías NBIC, que tienen muchas otras aplicaciones.

Pero no solo el círculo de expertos se hace preguntas con respecto a las tecnologías de mejoramiento de las capacidades humanas. La creciente sofisticación de las técnicas de dopaje empleadas por algunos deportistas, la aparición de prótesis de pierna que parecen conferir a los corredores amputados una “ventaja” frente a los corredores sin discapacidad (caso de Oscar Pistorius), o la práctica cada vez más frecuente de desviar el uso de algunos medicamentos, han contribuido a crear un debate público en torno a estos asuntos.

## **EL CUERPO, UNA HERRAMIENTA MEJORABLE EN POTENCIA**

Según lo indican algunos hechos y tendencias, el eventual desarrollo de tecnologías que conduzcan al mejoramiento de las capacidades físicas o cognitivas tendría una acogida relativamente importante entre la población.

Cada vez parece más cierto que el cuerpo está concebido como una herramienta mejorable. Primero que todo mediante el deporte,



cuya práctica por consideraciones estéticas es cada vez más corriente. También mediante la medicina y la cirugía estética, campo en el cual las ventas mundiales en 2010 fueron cercanas a los 3.500 millones de euros, con una progresión anual proyectada superior al 10% en los próximos años<sup>1</sup>.

Pero el campo en el cual la demanda podría llegar a ser más fuerte es el del desempeño cognitivo, teniendo en cuenta el peso del éxito académico en el desarrollo profesional de las personas, así como el número creciente de profesiones que requieren competencias cognitivas. En Estados Unidos, por ejemplo, parece existir un desvío generalizado del uso de la Ritalina, medicamento utilizado para el tratamiento de los trastornos de la atención y la hiperactividad, así como de otros psicoestimulantes utilizados en el tratamiento de los trastornos por déficit de atención o de la narcolepsia (como el Modafinil), especialmente en el medio estudiantil, puesto que permiten aumentar la concentración.

## UNA CAPACIDAD CRECIENTE PARA MANIPULAR LA MATERIA Y LO VIVO

Si el debate sobre el mejoramiento artificial del rendimiento humano surge en estos tiempos es en gran parte porque el conocimiento de lo vivo y la capacidad del hombre para manipularlo han avanzado mucho, como también ha aumentado su capacidad para intervenir en la materia a escalas cada vez más pequeñas. No sorprende que, en esas circunstancias, surja la

pregunta por las aplicaciones en el hombre de esos progresos científicos y tecnológicos.

Según los autores del informe encargado por la NSF, la convergencia NBIC constituye una verdadera revolución. La exploración de los objetos en la escala nanométrica (una millonésima parte de un metro) nos revela, en efecto, principios de organización semejantes que hacen menos evidentes las diferencias que, a nuestra escala, se observan entre objetos orgánicos e inorgánicos, animados e inanimados. Es por ello que la posibilidad de intervenir a esta escala, y ya no solamente de observar, abre nuevas perspectivas en términos de creación de nuevos materiales y de ingeniería de lo vivo.

Especialmente, el aporte de la bioinformática a la biotecnología hizo posible el surgimiento de la biología sintética, disciplina orientada al "diseño intencional de sistemas biológicos artificiales". Con esta, la célula y su patrimonio genético ya no se consideran como una entidad viva sino como una biblioteca de funciones que pueden reorganizarse según los fines deseados. Dentro del marco de las biotecnologías clásicas, los métodos siguen siendo artesanales: se extrae un gen específico del patrimonio genético de un organismo natural y se lo transfiere a otro organismo que puede producir la proteína asociada a dicho gen con una velocidad y un rendimiento superiores. En contraste, la biología sintética está orientada no solo a la síntesis directa de un gen mediante técnicas químicas o de ingeniería genética, sino también al uso de la informática o de los automatismos para concebir de manera racional nuevos sistemas biológicos.

1 Datos del IMCAS (International Master Course on Aging Skin).

### Desvío del uso de medicamentos: una tentación

Un estudio realizado en 2005 (McCabe, et al., 2005: 96-106) reveló que el 7% de los estudiantes universitarios estadounidenses podrían haber consumido psicoestimulantes para favorecer su concentración o su desempeño cognitivo. En algunas universidades, esta proporción podría alcanzar un 25%.

En una encuesta publicada por la revista *Nature* en enero de 2008 (realizada en 60 países), uno de cada cinco encuestados afirmaba haber consumido medicamentos por razones no médicas con el fin de estimular su concentración o su memoria; cuatro de cada cinco consideraban que los adultos debían poder decidir libremente respecto al uso de estas sustancias, y uno de cada tres afirmaba que podría sentirse inclinado a administrárselas a sus propios hijos si otros niños del establecimiento escolar las consumían (Maher, 2008: 674-675).

Con respecto al dopaje en el lugar de trabajo, un estudio realizado en 2009 en Alemania por la Deutsche Angestellten Krankenkasse (DAK) (Gesundheitsreport, 2009) reveló que el 5% de las 3.000 personas interrogadas declaró haber tomado medicamentos sin prescripción médica para mejorar su desempeño cognitivo (de las cuales el 2% lo hacía con regularidad).

En particular, se constituyó una comunidad científica que tiene el propósito de introducir en la biología un verdadero espíritu de ingeniería, a través de la estandarización y la modularización de piezas de construcción biológicas –bioparteso “*BioBricks*”– concebidas para ensamblarse unas con otras, a semejanza de las piezas de Lego®. A este enfoque, que ha sido calificado de *bottom-up*, en la medida en que busca progresivamente construir artefactos vivos cada vez más complejos a partir de elementos artificiales muy simples, se agrega un enfoque denominado *top-down*, en el cual se trata de modificar un sistema biológico natural

para obtener un sistema más simple, más fácil de comprender y de manipular (proyecto del genoma mínimo)<sup>2</sup>.

Hoy en día, la creación de artefactos vivos solo es posible con material genético derivado de las bacterias, es decir con un nivel de complejidad relativamente limitado. No obstante, la convergencia NBIC permite pensar que las posibilidades de manipulación de la materia, inerte o viva, podrían aumentar considerablemente en los próximos años.

## TECNOLOGÍAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS CAPACIDADES FÍSICAS Y COGNITIVAS

### MEJORAR EL RENDIMIENTO FÍSICO

Si bien es cierto que la convergencia NBIC nos permite vislumbrar nuevas capacidades para manipular la materia, incluso la materia viva, hoy en día las principales aplicaciones de las nuevas tecnologías tienen que ver con la reparación del cuerpo humano, no con su mejoramiento.

En el campo de las prótesis internas, por ejemplo (prótesis de cadera, válvulas cardíacas, etc.), se están desarrollando nuevos materiales más durables y mejor aceptados por el organismo, tales como materiales híbridos que contienen compuestos vivos o bioactivos. También hay importantes progresos en el terreno de las prótesis de extremidades, fabricadas hoy en día con unas calidades mecánicas mejoradas y con la posibilidad de integrar unos sensores que permitan al individuo recuperar cierta forma de sensibilidad. De igual modo, el desarrollo de las interfaces cerebro-máquina permite vis-

2 Ver, por ejemplo, los trabajos del instituto “Craig Venter” en Estados Unidos. Este instituto logró crear un genoma de bacteria totalmente sintético de más de un millón de pares de bases (frente a tres mil millones de pares en el genoma humano).



lumbrar un control más cómodo y más natural por el paciente de las prótesis motorizadas (o exoesqueletos)<sup>3</sup>. También ha mejorado mucho la calidad de los implantes, por ejemplo en el campo auditivo.

En la medicina regenerativa, que busca estimular o imitar la capacidad natural del cuerpo para reparar tejidos dañados, las terapias más avanzadas son la terapia celular, la ingeniería tisular y la terapia génica:

- En el caso de la terapia celular, se trata de transferir células vivas a un paciente para prevenir, tratar o atenuar una enfermedad. Este tipo de terapia aún tiene límites importantes: número y esperanza de vida de las células trasplantadas con frecuencia limitados, riesgo de contaminación por microorganismos, imposible estandarización de la producción de las células, riesgo de aparición de tumores.
- La ingeniería tisular, por su parte, consiste en la regeneración, *in vivo* o *in vitro*, de tejidos biológicos gracias a la utilización de células, con la ayuda de estructuras o de biomoléculas que sirven de chasis. Las células provienen a menudo del propio paciente. Hoy en día, los tejidos realizados artificialmente todavía no tienen un comportamiento tan bueno como el de los tejidos naturales a los que reemplazan: contienen una menor diversidad de tipos de células, no están vascularizados, o lo están muy poco, y su estructura tridimensional es simple.
- La terapia génica consiste en reemplazar un gen deficiente en las células por un gen sano, o en modificar la expresión del (de los) gen(es) deletéreo(s) implicado(s) en

una patología. La investigación actual se concentra en la terapia génica somática: la modificación genética se introduce únicamente en las células somáticas del paciente, es decir, aquellas que no dan origen a las células reproductivas, de modo que las mutaciones introducidas por este tipo de terapia no se transmitirán a la eventual descendencia del paciente. El desarrollo de terapias génicas eficaces también ha tenido que superar numerosas dificultades; en efecto, algunos fracasos ocurridos en los últimos años han demorado la investigación y enfriado el entusiasmo inicial. Hoy en día, la terapia génica es considerada más bien como una estrategia de nicho.

Estas nuevas tecnologías no tienen como objetivo mejorar el rendimiento físico del ser humano: fueron desarrolladas con una intención terapéutica. Sin embargo, son frecuentes y conocidos de vieja data los casos de desvío con fines de dopaje en los deportes —esteroides anabolizantes, hormonas de crecimiento, EPO (eritropoyetina) sintética, etc.—, siempre con riesgos importantes para la salud de los deportistas.

La posibilidad de que la terapia génica sea desviada con fines de dopaje se ha considerado seriamente desde hace unos diez años. Aunque es poco probable que las técnicas de la transferencia de genes sean utilizadas en la actualidad con ese fin, porque todavía son muy arriesgadas y difíciles de implementar<sup>4</sup>, no se puede descartar que otras técnicas diseñadas para activar o inhibir la expresión de los genes presentes en el organismo sean desviadas con más facilidad.

3 Ver, por ejemplo, el exoesqueleto hal (Hybrid Assistive Limb) Disponible en <http://www.cyberdyne.jp/english/index.html>.

4 Ver el artículo relativo al simposio de San Petersburgo sobre el dopaje genético (10-11 de junio de 2008), en *Franc Jeu*, n° 3 (2008: 19-24).

## RETARDAR EL ENVEJECIMIENTO

Según algunos gerontólogos, el envejecimiento debe ser considerado una enfermedad como cualquier otra, con múltiples causas que pueden ser objeto, cada una, de una estrategia de curación. Aubrey de Grey<sup>5</sup>, por ejemplo, propone desarrollar una estrategia global de “senescencia imperceptible”<sup>6</sup>, capaz de retardar al máximo el envejecimiento. Sin coincidir con él en cuanto a las perspectivas de una cuasi-inmortalidad, reconocemos que, en efecto, la comprensión de los mecanismos del envejecimiento es cada vez mejor.

Estos mecanismos son múltiples y están sometidos a la influencia de factores externos (agresiones químicas, rayos ultravioleta y otras radiaciones) e internos. El más fundamental de ellos parece estar ligado a un fenómeno de oxidación. Cada célula, en efecto, contiene de cientos a miles de orgánulos que producen la energía necesaria para su funcionamiento. Durante este proceso, es probable que algunas moléculas de oxígeno se transformen en radicales libres, los cuales, con su fuerte poder oxidante, causan daño a nuestra maquinaria celular. Es cierto que nuestras células ya poseen numerosos mecanismos de reparación y de limpieza en su interior, pero los orgánulos que cumplen esa función también sufren el fenómeno de oxidación.

Por lo tanto, según algunos biólogos, los problemas funcionales en la mayoría de las células –característicos del envejecimiento– serían causados ante todo por la degradación de la calidad de las proteínas y no por las mutaciones en los genes que las codifican (Radman y Carton, 2011). De hecho, la decadencia del

funcionamiento celular y la muerte celular están en perfecta correlación con la oxidación de las proteínas, pero no con los daños en el ADN. Así, la acumulación de las disfunciones celulares sería una consecuencia del mal funcionamiento de las proteínas, en particular de aquellas que están implicadas en la reparación y el mantenimiento molecular, todas sujetas a oxidación.

Ya está en curso la investigación con algunos “seres robustos” especialmente resistentes: unas bacterias que disponen de un sistema de reparación del ADN muy eficiente que les permite resistir a radiaciones extremadamente violentas, o seres más evolucionados, pluricelulares, notables por su resistencia a las radiaciones, a los productos tóxicos o a la deshidratación. La existencia de estos seres vivos sorprendentes sugiere que será posible descubrir nuevos mecanismos de lucha contra los daños ocasionados por la oxidación.

## MEJORAR EL DESEMPEÑO COGNITIVO

La convergencia NBIC también deja entrever posibilidades nuevas con respecto al conocimiento del cerebro. Uno de los coautores del informe elaborado para la NSF contempla, por ejemplo, la posibilidad de que algún día los científicos sean capaces de comprender totalmente y de describir en detalle los procesos bioquímicos y neuroeléctricos asociados a nuestros razonamientos, intenciones, sentimientos y creencias, así como de traducir este conocimiento en términos de procesos formalizados (Bainbridge, 2006: 337-345). Este conocimiento podría, a su vez, permitir el desarrollo de tecnologías de estimulación y de mejoramiento del desempeño

5 Para un retrato ameno y una presentación de sus análisis, ver Weiner (2010).

6 Ver el sitio de Internet de la fundación SENS (*Strategies for Engineered Negligible Senescence* – “Estrategias para la ingeniería de una senescencia imperceptible” –, uno de cuyos fundadores es De Grey: <http://www.sens.org>).



cognitivo, bien por medio de productos farmacéuticos y modificaciones genéticas o por medio de dispositivos tales como los implantes o las prótesis neurales. Hay incluso quienes<sup>7</sup> imaginan que algún día podamos digitalizar el contenido de un cerebro humano y subirlo a un computador, después de lo cual este último estaría en capacidad de simular su funcionamiento. Así, la mente de una persona podría continuar viviendo sin su cuerpo físico.

Según otros expertos consultados por la Comisión Europea<sup>8</sup> o el OPECST (Claeys y Vialatte, 2012), aún estamos bastante lejos de estas visiones futuristas. En lo que respecta al funcionamiento del cerebro, se comienza a tener una comprensión bastante buena de los procesos que ocurren a nivel de una sola neurona y a nivel de áreas cerebrales relativamente importantes. Pero se comprende muy poco el funcionamiento de los conjuntos que se sitúan entre estos dos extremos. Por lo tanto, es conveniente desarrollar un enfoque de múltiples niveles, que aún no existe. De hecho, si bien el campo de las neurociencias se ha enriquecido considerablemente en datos, sigue estando pobre en teorías (Coenen et al., *Op. cit.*). Por esta razón, algunos investigadores están intentando simular el funcionamiento del cerebro de diferentes maneras: a partir del *software*, recolectando datos sobre el funcionamiento de cerebros verdaderos (proyecto *Blue Brain* en Estados Unidos); de manera física, intentando construir una inteligencia artificial más eficiente o supercomputadores más potentes que permitan imitar la naturaleza (proyecto *FACETS* en Alemania), o también intentando estudiar el cerebro a partir de neuronas cultivadas (el enfoque denominado "*wetware*").

Hasta la fecha, este mejor conocimiento del cerebro no ha dado lugar a innovaciones farmacológicas importantes en términos de mejoramiento de las funciones cognitivas. Mencionamos arriba el desvío de algunos medicamentos (Ritalina, Modafinil); además de eso, podemos citar las anfetaminas, que no son sustancias nuevas y actúan principalmente sobre sujetos fatigados, con efectos secundarios importantes. En el campo del mejoramiento de la memoria, las investigaciones avanzan lentamente, a pesar de las grandes sumas invertidas en la lucha contra la enfermedad de Alzheimer.

¿Qué decir de las eventuales manipulaciones genéticas? No hay duda alguna en cuanto a la gran influencia que ejerce la genética sobre el desempeño cognitivo. Un estudio realizado entre 3.500 personas demostró que las diferencias de coeficiente intelectual encontradas entre esos individuos podían ser explicadas en un 40% a un 50% por un modelo estadístico que utiliza únicamente la información genética recogida sobre ellos<sup>9</sup>. Pero esta influencia de la genética sobre la inteligencia es en gran medida poligénica. Cada variación en el genoma de un individuo se correlaciona solo con una parte muy pequeña de las diferencias de desempeño encontradas entre un individuo y otro. Por tal motivo, es muy poco probable que se pueda mejorar significativamente la inteligencia de un individuo transfiriéndole la mutación de un solo gen o incluso de un número limitado de genes.

En cuanto a los dispositivos internos y externos que permiten afectar el funcionamiento del cerebro, se han desarrollado técnicas de "neuromodulación" (invasivas o no invasivas) con fines terapéuticos. Estas técnicas producen resultados prometedores, aunque aún no

7 Ver, por ejemplo, Kurzweil (2001).

8 Dentro del marco del proyecto *CONTECS*, Cf. Beckert Bernd et al. (2008).

9 Ver Davies, G. et al. (2011: 996-1.005).

se comprenden muy bien los mecanismos que están en juego (Coenen et al., *Op. cit.*).

La neuromodulación no invasiva hace referencia a dispositivos que modifican el funcionamiento del cerebro desde el exterior del cráneo: la estimulación magnética transcraneal (EMT), que influye sobre la actividad eléctrica del cerebro a través de una bobina colocada fuera del cráneo, ha dado resultados positivos en el tratamiento de depresiones severas y, aunque en menor medida, de la esquizofrenia. Algunos imaginan que la EMT podría ser utilizada con fines de dopaje de las capacidades cerebrales, lo cual, a su vez, favorecería especialmente la memorización.

Por su parte, la neuromodulación invasiva hace referencia a técnicas que cambian el funcionamiento del cerebro desde el interior del cráneo, a través de unos electrodos implantados en el cerebro. Una de tales técnicas es la estimulación cerebral profunda, que puede ayudar a reducir síntomas como el temblor, la rigidez, la lentitud en los movimientos y los problemas para caminar. Esta estimulación también sirve para tratar el temblor esencial, un trastorno neurológico del movimiento (Claeys y Vialatte, *Op. cit.*). Los trabajos en este campo demostraron, de manera concluyente, que era posible, mediante estimulación profunda, actuar sobre comportamientos, afectos y cogniciones, modulando de manera muy precisa zonas muy pequeñas en el centro del cerebro.

Existen indicios serios según los cuales en un futuro cercano podrían ser desarrollados medios de mejoramiento no terapéuticos cada vez más eficaces.

Según el informe del STOA (Coenen et al., *Op. cit.*), aunque la mayoría de las tecnologías de mejoramiento que hoy son objeto de debate

están siendo utilizadas dentro de un marco terapéutico y no permiten a sus beneficiarios tener una ventaja significativa sobre los humanos "no mejorados", existen indicios serios según los cuales en un futuro cercano podrían estar desarrollando medios de mejoramiento no terapéuticos cada vez más eficaces. Numerosos expertos consultados por el STOA consideran, por ejemplo, que es perfectamente posible, dentro del marco de las investigaciones realizadas sobre las enfermedades neurodegenerativas relacionadas con la vejez, desarrollar productos farmacéuticos no peligrosos que permitan mejorar el desempeño cognitivo.

*El mejoramiento de las capacidades humanas (Dupuy, 2004): una perspectiva que inquieta*

Para juzgar el carácter deseable o no del desarrollo de las tecnologías de mejoramiento del ser humano, es necesario examinar el tema desde por lo menos tres grandes aspectos: el de su impacto ambiental y sanitario<sup>21</sup>; el de la manera como estas tecnologías podrían trastornar el funcionamiento de nuestras sociedades, y el de su legitimidad moral.

## RIESGOS AMBIENTALES Y SANITARIOS

La mayoría de los medicamentos que hoy en día son desviados con fines de dopaje físico o cognitivo presentan riesgos conocidos de adicción y/o de efectos secundarios. Pero muchas de las técnicas con las que se ha pensado mejorar el rendimiento y el desempeño humanos se basan en tecnologías cuyos riesgos a largo plazo no son conocidos. A este respecto, Jean-Michel Besnier (2009: 100-102) denuncia la aparición, en los medios de la alta tecnología, de un "principio de no maestría"<sup>10</sup>, es decir de



un modo de funcionamiento de la investigación en el cual se crean primero estructuras u organizaciones complejas antes de explorar y dejarse sorprender por sus propiedades.

Aún se ignora, por ejemplo, cuáles pueden ser los efectos sobre la salud o el medio ambiente de la difusión de las nanopartículas. En cuanto al desarrollo de artefactos vivos dentro del marco de la biología sintética, este plantea a la vez problemas de bioprotección y de bioseguridad. La bioprotección tiene que ver con los riesgos de infección accidental por organismos peligrosos y supone el desarrollo de dispositivos de confinamiento de los organismos creados en los laboratorios. La bioseguridad, en cambio, tiene que ver con los riesgos de proliferación y de utilización criminal o terrorista de agentes biológicos peligrosos. Así, la técnica de síntesis del ADN es cada día más accesible, a tal punto que se habla a veces de biología de garaje para designar este fenómeno de democratización de las biotecnologías.

Este riesgo de interacciones inesperadas de los artefactos vivos con los organismos naturales condujo al desarrollo de la noción de ortogonalidad: se crearían sistemas vivos artificiales incapaces de interactuar con los sistemas vivos que se encuentran en la naturaleza. En esta perspectiva, un equipo internacional dirigido por Philippe Marlière logró, por primera vez, concebir una bacteria viable en la cual una de las cuatro bases del ADN fue reemplazada por un compuesto análogo sintético (Marlière et al., 2011: 7.109-7.114). Esta bacteria "xenobiológica" depende de este compuesto, ausente en la naturaleza, y por lo tanto no puede, en principio, entrar en competencia ni intercambiar material genético con los organismos salvajes.

En general, los defensores de las tecnologías de mejoramiento del ser humano<sup>11</sup> no niegan la importancia de estos riesgos, pero argumentan que los procesos naturales a veces pueden ser más peligrosos que los procesos artificiales. Por ejemplo, el especialista en bioética J. Harris estima que el proceso de selección natural puede ser francamente más cruel que lo que puede hacer el hombre y que, por tanto, podría ser más peligroso dejar que las cosas evolucionen "naturalmente" que intentar controlar esta evolución (Harris, 2007). En el mismo orden de ideas, M. Radman (*Op. cit.*) indica que si bien los progresos de la medicina son inmensos, también tienen como consecuencia el debilitamiento del proceso de selección natural. Por eso, según él, solo un mejoramiento por el hombre de su propio genoma mediante modificación genética podrá paliar, a largo plazo, la degradación probable de su patrimonio genético. Eso sí, habrá que ver si el remedio, en este campo, no resulta peor que el mal.

## RIESGOS SOCIALES

Por otro lado, las tecnologías de mejoramiento del ser humano presentan riesgos para el funcionamiento de nuestras sociedades. En particular, estas tecnologías podrían reforzar la tendencia hacia la emergencia de una sociedad del rendimiento y del desempeño casi eugenista, caracterizada por una creciente patologización y medicalización de los comportamientos. Hervé Chneiweiss (2012) considera que, en este tipo de sociedad, si cada cual quiere mejorar su rendimiento y su desempeño, no es para ser mejor que el otro, sino simplemente para integrarse de una manera normal en su comunidad.

11 Principalmente los miembros del movimiento transhumanista. Para una presentación de los argumentos, ver Bostrom (2003).

El mejoramiento artificial del hombre podría convertirse en una norma impuesta de forma directa o indirecta por los empleadores, los educadores o el gobierno.

De hecho, este debate sobre la definición de lo normal y lo patológico ya se plantea dentro del marco de las tecnologías que tienen un objetivo terapéutico. Así, algunos sordos se oponen a los implantes cocleares<sup>12</sup> por considerar que serían discriminatorios y privarían a la persona sorda de lograr una buena integración en el seno de la comunidad de personas con discapacidad auditiva. El informe del STOA también cita el caso de dos mujeres sordas que acudieron a un donante sordo para estar seguras de tener un hijo sordo, y el de una pareja de enanos que pidieron un diagnóstico genético preimplantacional para estar seguros de que su hijo también sufriría de la misma anomalía. Son casos raros, es cierto, pero tienden a mostrar que las fuerzas “homogeneizantes” encontrarán resistencias.

Otro peligro citado con frecuencia es el de un crecimiento fuerte de las desigualdades, entre los que podrán y los que no podrán tener acceso a estas tecnologías. A esta crítica fundamental, los partidarios de las tecnologías de mejoramiento del rendimiento y del desempeño humanos (Bostrom y Roache, 2008: 120-152) oponen varios argumentos. Señalan, primero que todo, que las nuevas tecnologías siempre son costosas al comienzo de su desarrollo, pero que se democratizan con el tiempo. Agregan que el fenómeno que consiste en que los más acomodados invierten al máximo en la educación de sus hijos no es nuevo: los más ricos siempre han inscrito a sus hijos en las mejores escuelas o han contratado para ellos cursos particulares. Por último, consideran que estas tecnologías,

lejos de aumentar las desigualdades, podrían más bien atenuarlas. Parece, por ejemplo, que los psicoestimulantes actuales, como el Modafinil, tienden a actuar con más eficacia sobre las personas cuyo desempeño cognitivo es más bajo<sup>13</sup>. Pero, sobre todo, los defensores de las tecnologías de mejoramiento afirman que la naturaleza misma presenta grandes desigualdades y que es perfectamente legítimo querer combatirlas desde la raíz.

Por ello mismo, y en la medida en que se trate de tecnologías que permitan aumentar las capacidades cognitivas, el hecho de que los más acomodados tengan acceso a ellas antes que todo el mundo les podría garantizar un avance definitivo con respecto al resto de la población.

Un tercer riesgo fundamental que frecuentemente se trae a colación tiene que ver con los fenómenos de sobrepoblación que podrían presentarse como consecuencia de un incremento importante de la esperanza de vida, con el consiguiente costo de estas tecnologías para los sistemas de seguridad social. Los partidarios de la extensión de la duración de la vida están de acuerdo, por lo general, en que la sobrepoblación constituiría un reto difícil, pero consideran que ello no justifica el abandono de los esfuerzos por prolongar la vida, puesto que ello equivaldría a legitimar un genocidio generacional<sup>14</sup>. En cuanto a los costos, estiman que, teniendo en cuenta que la que se aumenta es la duración de la vida en buen estado de salud, las enfermedades que nos llevan a la muerte se presentarían más tarde en el tiempo, de modo que la carga financiera de la atención en salud podría, de hecho, ser menos pesada que la actual.

12 La cóclea es una parte del oído interno.

13 Ver, por ejemplo, Müller et al. (2004: 161-169).

14 Una de las soluciones propuestas por los transhumanistas es la de una regulación estricta de los nacimientos impuesta a quienes desean beneficiarse con una prolongación de la vida o, a más largo plazo, la colonización de otros planetas.



## CUESTIONES ÉTICAS Y FILOSÓFICAS

En lo que respecta a los cuestionamientos éticos, la primera de las críticas, calificada a veces de “bioconservadora”, denuncia una intervención ilegítima del hombre en el orden de la naturaleza. Pero los partidarios de las tecnologías de mejoramiento piensan que esta intervención es propia del hombre. Ya estamos viviendo en un mundo artificial, creado por y para el hombre, y ya somos seres cuyas capacidades han sido aumentadas: herramientas y vehículos diversos y variados, anteojos, etc. Es cierto que todos ellos son dispositivos externos, pero ese no es el caso de las vacunas, que no pretenden curar una enfermedad sino protegernos de manera preventiva de los virus a los cuales somos vulnerables por naturaleza.

Otro argumento, más frecuente y presente en la mayoría de los informes elaborados por los comités de ética y en numerosas cartas y convenciones internacionales<sup>15</sup>, se refiere al principio de dignidad y de integridad del hombre. Por ejemplo, el Grupo Europeo de Ética de las Ciencias y las Nuevas Tecnologías ante la Comisión Europea (GEE), en su informe sobre los implantes TIC (Rodotà y Capurro, 2005), considera que las aplicaciones no médicas de estos implantes constituyen una amenaza para la dignidad humana. Así mismo, la Carta de los Derechos Fundamentales de la Unión Europea, adoptada en el año 2000, dispone en su artículo primero que la dignidad humana es inviolable, y enuncia en su artículo tercero el principio de la inviolabilidad del cuerpo humano y de la integridad física y psicológica, que excluye toda actividad susceptible de poner total

o parcialmente en riesgo esta integridad, aun con el consentimiento del sujeto.

Los especialistas en bioética que defienden las tecnologías de mejoramiento del rendimiento y el desempeño humanos reprochan al concepto de dignidad su carácter vago y abierto a numerosas interpretaciones. ¿Por qué un ser humano mejorado artificialmente sería menos digno moralmente que un ser humano no mejorado? ¿Acaso los implantes violan la integridad física de un individuo? ¿Y qué decir de los medicamentos que actúan sobre el estado de ánimo o la personalidad? A este respecto, algunos citan el caso de pacientes que, una vez curados de la depresión, deseaban que les siguieran formulando su antidepresivo porque tenían la sensación de no ser verdaderamente ellos mismos sino bajo el efecto de ese medicamento (Kramer, 1993).

Es claro, en todo caso, que los progresos de las ciencias cognitivas y de las terapias con ellas relacionadas reviven el debate sobre algunas nociones que se daban ya por sentadas: ¿qué determina la personalidad? ¿En qué situaciones soy auténtico? ¿Cuál es la realidad del libre arbitrio, la responsabilidad, el esfuerzo o el mérito si mi estado de ánimo, mi personalidad, mi agresividad, mi capacidad para concentrarme, mi creatividad pueden ser alterados con la ingestión de una molécula o la modulación de un campo electromagnético alrededor de mi cerebro o dentro de él?

En cuanto al carácter moral o inmoral de estas tecnologías, no hay duda de que seguirá siendo objeto de debates durante largo tiempo. Según algunos (Radman, *Op. cit.*), cualquier mejoramiento de nuestro genoma sería perfec-

15 Por ejemplo: la Declaración de Helsinki (1964) de la Asociación Médica Mundial, la Convención del Consejo de Europa sobre los derechos humanos y la biomedicina (1997), la Declaración Universal de la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) sobre el genoma humano (1997).

tamente legítimo: seríamos menos esclavos de la enfermedad y, por lo tanto, menos tributarios de la medicina; de igual modo, seríamos menos dependientes de nuestros genes de primates, que nos empujan a maximizar la dispersión de nuestros genes o de nuestras ideas a través de la conquista de los individuos, los recursos, los territorios y el dinero. El filósofo J.-M. Besnier, en cambio, sostiene una posición exactamente opuesta. Según él, las utopías posthumanas son reveladoras de una fatiga manifiesta de ser uno mismo<sup>16</sup>: si el hombre debe ser perfeccionado, "es ante todo para mostrarse digno de las máquinas que él mismo inventó y con las cuales pobló su entorno" (*Op. cit.*: 83). Nos habríamos hecho esclavos del mundo técnico que nosotros mismos creamos.

\*  
\* \*

Las visiones más futuristas propuestas por algunos promotores del mejoramiento humano aún están muy lejos de las posibilidades que ofrece la ciencia hoy en día. Y aunque la existencia de procedimientos capaces de mejorar significativamente y sin peligro el desempeño cognitivo y/o el rendimiento físico del ser humano sigue perteneciendo al terreno de la hipótesis, esta última por lo menos ha ganado credibilidad. Los retos sociales y los cuestionamientos éticos que estas tecnologías eventuales podrían provocar son numerosos. Por lo tanto, es necesario que, con mucha anticipación, se lleve a cabo en torno a ellos una reflexión colectiva. Esta ya comenzó en algunos círculos todavía relativamente estrechos. Será importante que continúe, de una manera cada vez más abierta a todos.

## REFERENCIAS

Bainbridge, William S. (2006). "Survey of NBIC Applications", en Mihaïl C. Roco y William S. Bainbridge (bajo la dir. de). *Managing Nano-Bio-Info-Cogno Innovations: Converging Technologies in Society*. Dordrecht: Springer, p. 337-345.

Beckert Bernd et al. (2008). "R&D Trends in Converging Technologies", en Daniel Andler et al. *Converging Technologies and their Impact on the Social Sciences and Humanities [CONTECS]: An Analysis of Critical Issues and a Suggestion for a Future Research Agenda*. Final Report, 2008. Disponible en [http://ec.europa.eu/digital-agenda/futurium/sites/futurium/files/futurium/library/Fraunhofer ISI - 2008 - Converging Technologies and their impact on the Social Sciences and Humanities \(CONTECS\) An analysis of critic.pdf](http://ec.europa.eu/digital-agenda/futurium/sites/futurium/files/futurium/library/Fraunhofer%20ISI%20-%20Converging%20Technologies%20and%20their%20impact%20on%20the%20Social%20Sciences%20and%20Humanities%20(CONTECS)%20An%20analysis%20of%20critic.pdf). Consultado el 19 de diciembre de 2013.

Besnier, Jean-Michel (2009). *Demain les posthumains. Le futur a-t-il encore besoin de nous?*, Paris: Hachette Littérature, (analizado en *Futuribles*, n° 359, enero de 2010, p. 100-102 [NDLR]).

Bostrom, Nick y Roache, Rebecca (2008). "Ethical Issues in Human Enhancement", en Jesper, Ryberg; Petersen, Thomas y Wolf, Clark (bajo la dir. de). *New Waves in Applied Ethics*, New York: Palgrave Macmillan, p. 120-152.

Bostrom, Nick (2003). *The Transhumanist FAQ: A General Introduction*, versión 2.1, 2003. Disponible en <http://www.transhumanism.org/resources/FAQv21.pdf>. Consultado el 19 de diciembre de 2013.

Chneiweiss, Hervé (2012). *L'Homme réparé. Espoirs, limites et enjeux de la médecine régénératrice*. Paris: Plon.

Claeys, Alain y Vialatte, Jean-Sébastien (2012). *L'Impact et les enjeux des nouvelles technologies d'exploration et de thérapie du cerveau*. Paris:



OPECST (Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques), marzo de 2012.

Coenen, Christopher et al. (2009). *Human Enhancement*. Bruselas: Parlamento europeo (Science and Technology Options Assessment, STOA).

Davies, G. et al. (2011). "Genome-wide Association Studies Establish that Human Intelligence Is Highly Heritable and Polygenic", en *Molecular Psychiatry*, n.º 16, octubre de 2011, p. 996-1.005.

Dupuy, Jean-Pierre (2004). "Le problème théologico-scientifique et la responsabilité de la science", en *Le Débat*, n.º 129, 2, marzo-abril de 2004.

*Franc Jeu*, n.º 3, 2008, p. 19-24. Disponible en [http://www.wada-ama.org/Documents/Resources/Publications/PlayTrue\\_Magazine/PlayTrue\\_2008\\_3\\_Levelling\\_the\\_Playing\\_Field\\_FR.pdf](http://www.wada-ama.org/Documents/Resources/Publications/PlayTrue_Magazine/PlayTrue_2008_3_Levelling_the_Playing_Field_FR.pdf). Consultado el 19 de diciembre de 2013.

Fundación SENS (*Strategies for Engineered Negligible Senescence* – "Estrategias para la ingeniería de una senescencia imperceptible"), uno de cuyos fundadores es De Grey: <http://www.sens.org>.

Gesundheitsreport (2009). Analyse der Arbeitsunfähigkeitsdaten. Schwerpunktthema Doping am Arbeitsplatz, Hambourg: DAK Forschung.

HAL (Hybrid Assistive Limb). Disponible en <http://www.cyberdyne.jp/english/index.html>.

Harris, John (2007). *Enhancing Evolution: The Ethical Case for Making Better People*. Princeton: Princeton University Press.

IMCAS (International Master Course on Aging Skin). Disponible en <http://www.imcas.com/fr>.

Kramer, Peter D. (1993). *Listening to Prozac*. New York: Viking Press (citado por Bostrom, Nick y Roache, Rebecca, *Op. cit.*).

Kurzweil, Ray (2001). "Live Forever: Uploading The Human Brain... Closer Than You

Think", 2 de febrero de 2000, publicado el 7 de abril de 2001 en el sitio de Internet del autor. Disponible en <http://www.kurzweilai.net/live-forever-uploading-the-human-braincloser-than-you-think>. Consultado el 19 de diciembre de 2013.

Maher, Brendan (2008). "Poll Results: Look Who's Doping", en *Nature*, n.º 452, 2008, p. 674-675.

Marlière, Philippe et al. (2011). "Chemical Evolution of a Bacterium's Genome", en *Angewandte Chemie International Edition*, vol. 50, 31, p. 7.109-7.114.

McCabe, Sean Esteban et al. (2005). "Non-medical Use of Prescription Stimulants Among us College Students: Prevalence and Correlates from a National Survey", en *Addiction*, vol. 99, p. 96-106.

Müller, Ulrich et al. (2004). "Effects of Modafinil on Working Memory Processes in Humans", en *Psychopharmacology*, vol. 177, diciembre de 2004, p. 161-169.

Nordmann, Alfred (2004). *Converging Technologies: Shaping the Future of European Societies*, Bruselas: Comisión Europea.

Radman, Miroslav y Carton, Daniel (2011). *Au-delà de nos limites biologiques*. Paris: Plon.

Roco, Mihaïl C. y Bainbridge William S. (2002). *Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science*, Arlington: NSF (National Science Foundation).

Rodotà, Stefano y Capurro, Rafael (relatores) (2005). "Aspects éthiques des implants TIC dans le corps humain", Bruselas: dictamen del GEE, n.º 20, 16 de marzo de 2005.

Weiner, Jonathan (2010). *Long for this World: The Strange Science of Immortality*. New York: Harper Collins.