

Eugenesia liberal, convergencia de tecnologías y perspectivas en evolución humana

Miguel Moreno Muñoz
Universidad de Granada
mm3@ugr.es

Resumen

El intenso debate entre partidarios y detractores de la 'eugenesia liberal' ha revitalizado cuestiones que suponen un verdadero desafío para la reflexión filosófica interesada en las posibilidades y límites de la naturaleza humana. Tópicos del debate clásico sobre la ingenuidad de los enfoques científicos que inspiraron los movimientos eugenésicos populares a comienzos del siglo XX reaparecen hoy en un marco cultural, científico, tecnológico y social muy diferente, pero tan proclive o más a convertir en cultura popular muchas de las distorsiones y especulaciones delirantes que difunden algunos partidarios de lo que confusamente se ha dado en llamar 'eugenesia liberal'. El potencial indiscutible de las biotecnologías implicadas parece haber convencido a muchos de que por primera vez la humanidad tiene a su alcance las herramientas necesarias para rediseñar a los seres humanos y dominar, en un salto cualitativo sin precedentes, el curso de su futura evolución. Sin embargo, ni siquiera las biotecnologías reproductivas y las técnicas de ingeniería genética están de momento en un estadio de desarrollo que proporcione el arsenal de tecnologías estandarizadas, fiables y seguras para su uso cabal con fines de rediseño y mejora humana. Una aproximación reflexiva y detallada a las cuatro áreas de desarrollo científico-tecnológico más dinámicas -nanotecnologías, biotecnologías, tecnologías de la información y ciencias cognitivas, denominadas en conjunto tecnologías convergentes NBIC- invita a la cautela, cuando no al escepticismo, sobre el potencial combinado de sus aplicaciones con fines de mejora humana, al menos a corto plazo. Pese a todo, no pueden pasarse por alto los innumerables progresos científico-tecnológicos ya realizados o en fases avanzadas de desarrollo que, en conjunto y a una escala sin precedentes, pueden contribuir a reducir de manera sorprendente la vulnerabilidad y limitaciones tradicionalmente asociadas a la naturaleza de la especie humana. La materialización no excluyente y a gran escala de sus beneficios plantea desafíos culturales, políticos y económicos tan complejos o más que los científico-técnicos. De ser efectivas y seguras, seguramente no encajarían en el tipo de prácticas que los estados dejarían a la libre decisión de los padres. Hay pocos elementos para acotar sus posibles repercusiones en términos de evolución humana biológica y social, pero difícilmente serían equiparables en eficacia a los programas de salud pública.

Palabras clave: Eugenesia liberal, convergencia de tecnologías, filosofía de la biología, bioética.

Introducción

El auge de las ideas eugenésicas, en sus diversas etapas, ha ido asociado al desarrollo gradual de los conocimientos sobre la herencia de rasgos relativamente simples en los seres vivos. La tentación de extrapolar ese conocimiento a características más complejas resultó siempre poderosa, acrecentada con cada hallazgo que pudiera dar plausibilidad científico-técnica a sueños y mitos ancestrales. El desarrollo incipiente de la genética mendeliana favoreció toda suerte de especulaciones, la mayoría delirantes, y generalizó una confianza casi ciega en el poder de las intervenciones socialmente planificadas para *mejorar la calidad de la raza humana*.¹ Científicos e

¹ Cfr. Kevles, 1993, p. 4.

intelectuales de prestigio lograron convencer a un público escasamente informado de que regular los apareamientos y manipular la dotación hereditaria de individuos y grupos era el cauce más adecuado para resolver los graves problemas sociales que tanto preocupaban a los líderes de los movimientos eugenésicos a comienzos del siglo XX.

Desde 1953 y hasta finales de los años setenta, el programa eugenésico se benefició de los avances en biología molecular y genética de la conducta, estimulado por el auge de las teorías hereditaristas de la inteligencia. A partir de 1973, las tecnologías del ADN recombinante desarrolladas por los pioneros de la ingeniería genética hacían viable la posibilidad de intervenciones correctoras directamente en el nivel del ADN, para modificar la acción de genes individuales. El viejo sueño de modificar a voluntad el fenotipo humano –incluidos los rasgos conductuales complejos– mediante ‘cirugía genética’ de precisión, parecía por fin hecho realidad.

En la actualidad, el potencial combinado de las tecnologías reproductivas, la clonación y los diversos métodos de diagnóstico derivados de los últimos desarrollos en genómica y proteómica, aporta nuevos escenarios de posibilidades para los programas eugenésicos en el contexto de las políticas de salud pública. Los métodos de control social han sido reemplazados por las posibilidades de acceso individual a un mercado de tecnologías y servicios reprogenéticos fácilmente instrumentalizables con fines eugenésicos, donde el único límite estaría en la capacidad adquisitiva de los interesados.

Sin embargo, persisten muchas inercias en la reflexión especulativa sobre eventuales impactos sociales de la ingeniería genética y los posibles derroteros de la evolución humana. Una bastante común es la tendencia a esperar de intervenciones directas y discretas en el genoma humano la corrección de deficiencias genéticas asociadas a enfermedades complejas o anomalías conductuales, sustentadas en enfoques mecanicistas que reducen de modo inaceptable “...la biología a las leyes de la física y la química, el organismo a programa, la conducta a genes, la vida a reproducción, la mente a materia y la cultura a biología”.²

Las limitaciones de los modelos reduccionistas en biología molecular han quedado de manifiesto en los ensayos clínicos orientados al desarrollo de terapias génicas para corregir desórdenes metabólicos e inmunológicos graves. El claro fracaso de los primeros enfoques sobre las posibilidades de la terapia génica y el lento desarrollo³ [¿estancamiento?] de los últimos ensayos con alguna perspectiva de aplicación clínica aconseja ser muy críticos con cualquier reflexión poco disciplinada sobre las posibilidades actuales de intervención en la línea somática o germinal humana, sea con fines de diagnóstico y selección de rasgos deseables o con objetivos expresos de corrección y mejora genética.⁴ Todas las opciones técnicas disponibles entrañan riesgos y costes significativos,⁵ al menos lo bastante como para obstaculizar su estandarización e incorporación al arsenal de técnicas clínicas o reproductivas rutinarias.

En consecuencia, parece más razonable situar en la convergencia de tecnologías NBIC el horizonte de posibilidades terapéuticas o de mejora humana que hasta hace poco acaparaban las biotecnologías reproductivas. La aplicación de sus desarrollos combinados sólo podría tener consecuencias apreciables sobre el curso de la evolución humana si, paralelamente, se consolidan y potencian las estructuras sociales de cooperación política, tecnológica, económica y sanitaria que mejor han contribuido a reducir la vulnerabilidad de los seres humanos en los países desarrollados.

1. El programa eugenésico clásico

Sir Francis Galton (1822-1911) propuso a finales del siglo XIX un programa al que llamó «eugenesia» (del gr. εὖ [bien] y γένεσις [origen, generación o nacimiento]), cuyo objetivo era “dar a

² Kaye H (1986): "The Biological Revolution and Its Cultural Context". In Fox RC (ed.) 'The cultural shaping of biomedical science and technology'. *International Journal of Technology Assessment in Health Care*, vol. 2: 278.

³ Goding et al., 2007.

⁴ Omuro, Faivre, Raymond, 2007.

⁵ Kaiser, 2007.

las razas más convenientes o linajes de sangre mejor dotados una mayor oportunidad de prevalecer rápidamente sobre los demás”. Sus ideas tuvieron amplia aceptación entre profesionales, médicos e intelectuales reconocidos –H. Goddard, Ch. Davenport– y ciertos sectores del público, normalmente ciudadanos blancos de clase media, en Estados Unidos, Inglaterra y Alemania, sobre todo. La *American Eugenics Society* (1923) tuvo como objetivo fundacional promover las ideas de Galton.

Hacia los años veinte, en plena crisis económica y social de posguerra, los eugenistas se afanaban por prevenir la degeneración social que percibían en la sociedad industrial urbana. Consideraban el crimen, el chabolismo y la proliferación de enfermedades síntomas de patologías sociales que atribuían, en primer lugar, a causas biológicas o *de sangre*. La pobreza no era para ellos el resultado de escasas oportunidades educativas o económicas, sino de las ínfimas capacidades morales e intelectuales de los pobres, derivadas de una biología defectuosa⁶.

Charles B. Davenport (1866-1944), director del Laboratorio Cold Spring Harbor de Long Island (Nueva York) y uno de los más prominentes científicos de la nación, investigó patrones mendelianos de heredabilidad para muchas supuestas categorías conductuales, incluyendo *nomadismo*, *holgazanería*, *inutilidad* y *‘talasofilia’* (el amor al mar de los oficiales, que debía estar asociado a un rasgo sexual recesivo porque, igual que la ceguera al color, se expresaba casi siempre en varones). Temía que el influjo de la Europa del Sudoeste rápidamente influenciaría a la población americana, «haciéndola más oscura en pigmentación, pequeña en estatura, más veleidosa y propensa a los crímenes de latrocinio, secuestro, violación, asesinato, estupro e inmoralidad sexual».⁷

Los eugenistas buscaban el modo de intervenir sobre rasgos hereditarios relacionados con el temperamento y la conducta, para erradicar el alcoholismo, la prostitución, la criminalidad y la pobreza. Especial interés tenían por las enfermedades mentales («*feeble-mindedness*»), consideradas la raíz de muchas variedades de conducta socialmente dañinas y fáciles de identificar con los recientemente inventados tests de inteligencia.

En el Norte de Europa y los Estados Unidos, los eugenistas generalizaron patrones de adaptación y valor social que correspondían, predominantemente, a la clase media blanca y protestante. Entre las aplicaciones más aberrantes de las ideas eugenésicas figuran las leyes de esterilización obligatoria (algunas vigentes en países europeos hasta los años ochenta) y el programa de política racial (*biopolítica*) desarrollado por los ideólogos de la Alemania nazi.⁸

En la década de los años veinte, unos doce estados norteamericanos tenían leyes eugenésicas de esterilización obligatoria. Permitían a las prisiones estatales y a otras instituciones realizar vasectomías o ligaduras de trompas en presos epilépticos, dementes u oligofrénicos, especialmente si habían sido encarcelados por delitos sexuales⁹. Hacia 1941, unas 36.000 personas habían sido esterilizadas en los Estados Unidos bajo varios programas eugenésicos estatales¹⁰.

2. El rigor de las investigaciones eugenésicas

Pocas investigaciones eugenésicas sobre la herencia humana llegaron a tener valor y rigor científico. Los científicos eugenistas combinaban la teoría mendeliana con especulaciones temerarias y explicaciones simplificadoras, en términos de genes singulares mendelianos, sin prestar atención al hecho de que muchos rasgos están influenciados por más de un gen.¹¹ Desdeñaron las influencias ambientales, culturales y económicas sobre las capacidades mentales. Y rasgos como las categorías

⁶ Cfr. Kevles, 1992.

⁷ Ibid., p. 70; Davenport, 1911.

⁸ Weikart, 2004.

⁹ La Corte Suprema las declaró constitucionales en 1927 (*Buck v. Bell*). California era el estado líder, superando en 1930 la cantidad de gente esterilizada en todos los demás estados.

¹⁰ Kevles, 1993: 6-11.

¹¹ La *poligenia* (interacción de varios genes para formar un solo fenotipo) y la *pleiotropía* (influencia de un gen en varios rasgos fenotípicos) eran fenómenos bien conocidos en las primeras décadas del siglo XX. Entre 1908 y 1915, Thomas Hunt Morgan (1866-1945) y sus colaboradores demostraron experimentalmente, con moscas *Drosophila melanogaster*, que no existe una relación biunívoca entre genes y rasgos fenotípicos, y que los genes no actúan de manera aislada, sino combinando sus efectos.

conductuales de Davenport eran vagos o absurdos, surgidos más bien de prejuicios de clase y raza¹². No obstante, sus ideas pueden considerarse expresión de una actitud muy persistente entre la comunidad científica: la tendencia a buscar explicaciones deterministas y simplificadoras para fenotipos y conductas humanas complejas, dejando al margen los factores causales de naturaleza social o cultural.

Los programas eugenésicos y las teorías hereditaristas de la inteligencia compartían una agenda socio-política de corte meritocrático, cuyo aliado natural a partir de los años sesenta parecía ser la genética de la conducta. Paradójicamente, las investigaciones en genética de la conducta¹³ y etología¹⁴ han obligado a revisar los postulados deterministas y la metodología empleada por los eugenistas, contribuyendo a reforzar el valor de las intervenciones sociales (educativas, sanitarias, culturales, etc.) para mejorar las capacidades de aprendizaje, las oportunidades, el bienestar y la salud de una población, pese a las diferencias iniciales –genéticas, familiares, económicas o sociales– entre sus individuos.

La investigación genómica y epigenómica sigue poniendo de manifiesto la complejidad de los procesos relacionados con la transcripción y expresión del material genético, sus funciones y niveles de interacción, para rasgos fenotípicos simples.^{15,16,17} Un análisis detenido de sus resultados y aportaciones pone de manifiesto que el debate sobre la influencia de los factores hereditarios en la inteligencia y otras capacidades cognitivas siempre ha tenido más elementos ideológicos o políticos que científicos.¹⁸ Decidir si los recursos educativos deben prestar atención especial a los niños con dificultades de aprendizaje para reducir brechas sociales es una cuestión de política social, no de genética de la conducta. Esta disciplina quizás podría ayudar a mejorar estrategias comunes en los procesos de enseñanza-aprendizaje, adaptándolas a individuos con ciertos condicionantes de partida. Pero su instrumentalización para justificar el recorte en gastos sociales destinados a educación especial o medidas compensatorias resulta abusiva.

Aunque entre clase social e inteligencia puedan establecerse correlaciones, de ellas no se sigue que nuestra sociedad se organiza en clases *porque* existen diferencias de cociente intelectual (CI) entre sus miembros. Por más que el CI fuese altamente heredable y las correlaciones entre clase social e inteligencia indiscutibles, no habríamos probado que esta sociedad sea una meritocracia natural que ofrece iguales oportunidades para todos.

El presentar los problemas sociales como efecto de causas genéticas hereditarias no resulta inocente. Con ello adquieren el perfil de lo innato e inalterable, contra lo que nada puede hacerse. Pero, sobre todo, disminuye el valor de múltiples proyectos políticos que confían en la eficacia de las intervenciones ambientales (educativas, sanitarias, sociales...) como el cauce más sensato para reducir de manera equitativa la vulnerabilidad en los grupos humanos¹⁹.

3. Persistencia del programa eugenista

Los prejuicios eugenistas nunca desaparecen por completo, ni se vinculan de por vida a un ámbito de desarrollo tecnológico como la genética: resurgen con más o menos fuerza en función de cambios sociales, económicos, políticos y científicos. Las sociedades autoritarias son su mejor caldo de cultivo,²⁰ como también los escenarios de crisis social y económica que favorecen visiones

¹² Kevles, 2001 y 1993:11-12.

¹³ Plomin, 1990; Lesch, Plomin et al., 2003.

¹⁴ Eibl-Eibesfeldt, 1993.

¹⁵ Cho et al., 2007.

¹⁶ Tang, Ho 2007.

¹⁷ Anway, Skinner 2006.

¹⁸ López Cerezo y Luján López, 1989.

¹⁹ Moreno, 1995.

²⁰ Moreno, 1995: 46-47.

catastrofistas, obsesionadas en particular con el predominio de clases, la fertilidad disgenésica y el declive de la inteligencia en las poblaciones humanas.²¹

A mediados de los noventa, Charles Murray (ideólogo del *American Enterprise Institute*) y Richard J. Herrnstein (hasta entonces profesor de psicología en Harvard) propusieron, en su famoso libro *The Bell Curve*, ‘tecnologías sociales’ con claros fines discriminatorios, sugiriendo presuntos nexos entre raza y cociente de inteligencia en términos muy parecidos a los utilizados por los eugenistas de los años veinte.²² No dudaban en atribuir la hostilidad de la élite blanca hacia los negros a ‘diferencias raciales básicas’ que explicarían las lagunas sociales y económicas, así como los ‘desequilibrios genéticos en inteligencia’. Consideraban el éxito y el fracaso en la economía norteamericana, ante todo, ‘una cuestión de herencia genética’. Criticaban el derroche de los programas de ayuda estatales porque ‘la prosperidad era más una cuestión de naturaleza y genes que resultado de la educación’. Esas políticas tendrían en realidad un efecto disgenésico, porque contribuyen a propagar los bajos cocientes intelectuales.²³

El debate sobre problemas ambientales se presta a polarizar los planteamientos hasta extremos donde sólo dos contendientes parecen adquirir protagonismo: la tierra y la especie humana. Los efectos catastróficos de la sobrepoblación humana para los ecosistemas de casi todo el planeta justificarían para muchos agentes –no necesariamente afines en su ideología– políticas de natalidad muy restrictivas, cuyos efectos serían equiparables a los de iniciativas inspiradas en el declive evolutivo de la especie, p.ej. Aunque por muy distintas razones, no es descabellado imaginar que grupos obsesionados por la pureza racial y otros simplemente vinculados a movimientos ambientalistas puedan solaparse en sus temores ante el riesgo de que la sobrepoblación provoque un daño irreversible al medioambiente, o se constituya en una amenaza para la seguridad y la viabilidad de los sistemas de solidaridad social. El fenómeno de los *refugiados medioambientales*, que se desplazan hacia áreas urbanas colapsando los servicios de la *city*, puede ser interpretado como efecto de políticas ambientales equivocadas o considerado el pretexto para arremeter contra toda forma de inmigración no regulada. En clara sintonía con la perspectiva eugenista, algunos políticos del bando republicano en EEUU no han dudado en sugerir que ‘los niños callejeros, el crimen y la violencia en las áreas urbanas son el resultado de presiones demográficas procedentes de países cuyas poblaciones deben ser controladas, en vista de que los inmigrantes pobres se reproducen más de lo necesario para cuidar de sí mismos’²⁴.

En línea parecida se sitúan otros discursos que recurren al lenguaje de la supervivencia y hablan de *eco-catástrofe* o *poblaciones fuera de control*, y sugieren un ‘ética de salvavidas’.²⁵ Un clima de percepción pública dominado por la idea de que “hemos sobrecargado los circuitos biológicos del planeta” y nos hallamos en un “estado de emergencia” es propicio para legitimar políticas ambientales autoritarias, exclusivamente centradas en el control de la población como prioridad más urgente.²⁶ Toda esta literatura cuenta con abundantes e influyentes foros de recepción, en los que se proponen abiertamente cosas tales como «penalización impositiva por exceso de hijos, distribución de bonos gratuitos para acceder a ciertos servicios en premio a una esterilización, prohibición de entrada a las familias inmigrantes con más de dos hijos, esterilización obligatoria de las madres que conciben niños afectados por el alcoholismo o la drogadicción materna, castración de los violadores, corte radical de los fondos para investigación de la infertilidad y desarrollo de técnicas de reproducción asistida, vasectomías masivas e incluso una ‘revisión’ del infanticidio femenino».²⁷

El impacto en la cultura popular de este tipo de literatura nunca debería subestimarse. Además de su capacidad para condicionar agendas políticas y sociales, está bien documentada su

²¹ Lynn, Harvey 2007.

²² Jacoby, Glauber 1995; Fischer et al., 1996.

²³ Devlin et al., 1997.

²⁴ Nelkin, Lindee 1995: 180-181.

²⁵ Berelson, 1990.

²⁶ Ehrlich, 1966.

²⁷ (Cit. por Nelkin, Lindee, ibid.: Ape F, ‘Dear Shit for Brains’. *Earth First*, 20/03/1991:4).

influencia en los razonamientos jurídicos.²⁸ Entre 1991 y 1992 se presentaron propuestas legislativas en trece estados destinadas a exigir el uso de *Norplant* como condición para acceder al salario social. Si bien no prosperaron por muy estrecho margen, la mayoría incluían incentivos económicos (500 US\$ al comienzo del programa y 50 US\$ anuales mientras las participantes tuvieran implantado el anticonceptivo). Además de ahorrar dinero a los contribuyentes, el objetivo expreso era ‘mejorar la sociedad’, evitando la reproducción de individuos indeseables, generalmente hombres y mujeres de color con muy bajos ingresos.²⁹

Desde 1920 hasta hoy, coincidiendo casi siempre con períodos de crisis económica y social, se han venido sucediendo cíclicamente planteamientos similares. Cuando escasean los recursos para la cooperación social, las situaciones de marginación, pobreza y desempleo en grandes sectores de la población tienden a ser consideradas irreversibles. Tales escenarios constituyen el terreno abonado para una amplia aceptación de opiniones que sitúen en lo biológico, en lo genético o en la raza las causas de la marginación, el desempleo, la pobreza, la delincuencia y el bajo rendimiento escolar.³⁰ Muchas disciplinas (genética, neurobiología, sociobiología, etología, demografía, ética evolutiva y ambiental...) son fáciles de instrumentalizar para dar barniz pseudo-científico a planteamientos ideológicos antisociales. Sin contrapesos culturales, filosóficos y políticos, el vigor de las teorías eugenésicas está asegurado.³¹

4. ¿Qué es la eugenesia liberal?

Son numerosos los autores interesados en el debate sobre la eugenesia liberal que, con diversos grados y matices, comparten elementos básicos y han ofrecido propuestas más o menos articuladas en esta línea.³² Uno de los autores que más ha trabajado la relación entre eugenesia y aplicación de las técnicas de ingeniería genética en humanos es Nicholas Agar. Define (y defiende) la 'eugenesia liberal' como *el derecho de los padres a elegir ciertas características para sus hijos, a través del empleo de tecnologías genéticas*. Considera este derecho una ampliación natural de libertades reproductivas cada vez más reconocidas y garantizadas en el mundo desarrollado. La principal diferencia entre la ‘eugenesia liberal’ y los programas eugenistas de la primera mitad del siglo XX es que no viene impuesta coercitivamente por el estado con el fin de mejorar la estirpe humana. Agar adopta una óptica presuntamente liberal y pluralista, porque considera que los enfoques utilitaristas y deontologistas “se ven forzados a elegir entre el absurdo o el silencio cuando abordan las tecnologías de mejora”.³³ Su propuesta está más cercana al liberalismo de libre mercado que a los antecedentes históricos de ingeniería social; y, si apuramos la interpretación, a la noción de *consumismo*, cargada de matices negativos porque asocia estrechamente la felicidad personal con la capacidad para comprar bienes y servicios.

Para autores como Habermas, la eugenesia liberal “no reconoce ninguna frontera entre intervención terapéutica e intervención perfeccionadora y [...] deja que sean las preferencias individuales de los participantes en el mercado las que elijan los objetivos de la modificación de [rasgos] característicos”.³⁴ La consistencia de todas las propuestas favorables a una aceptación de la ‘eugenesia liberal’ descansa sobre el *optimismo pragmático* (OP) como postulado común, aunque Agar lo desarrolla de manera expresa. Su efecto no es otro que ayudarnos a *dejar a un lado los inconvenientes técnicos o prácticos, e imaginar un escenario futuro en el que las*

²⁸ Un juez de Visalia (California), obligó a una madre beneficiaria del salario social con demasiados hijos a usar el contraceptivo *Norplant* como alternativa a una sentencia de cárcel más prolongada. Argumentaba que el interés apremiante del estado en la protección de los niños reemplaza este derecho individual a procrear (cfr. Lev M, «Judge Is Firm on Forced Contraception, but Welcomes an Appeal», *New York Times*, 11/01/ 1991).

²⁹ Mertus, Heller 1992.

³⁰ Gerodetti, 2006.

³¹ Lynn, Harvey 2007.

³² Fletcher, 1974; Parens, 1998; McGee, 2000; Buchanan et al., 2000; Stock, 2002.

³³ Agar, 2004: 42.

³⁴ Habermas, 2003: 32-33.

tecnologías genéticas hayan sido perfeccionadas. Pertrechados de candidez epistemológica gracias al OP, estaremos en condiciones de dar el salto especulativo que permitiría ‘un análisis lúcido de las grandes cuestiones’, prescindiendo de ‘incómodos aspectos prácticos’. El OP equivale a una especie de ‘licencia para especular’, como si para identificar nuevos dilemas y clarificar temas importantes fuese preciso prescindir de las restricciones asociadas a un pensamiento disciplinado y cabal. El OP acerca de las técnicas de clonación por transferencia de núcleos de células somáticas a óvulos enucleados, p.ej., podría alterar nuestra percepción del potencial genético y del estatus moral de los embriones obtenidos.\$

La invitación a aceptar de entrada el OP sirve, en realidad, de artificio a Agar y otros autores no sólo para entrar en el juego de una argumentación en ocasiones delirante, sino sobre todo para facilitar un escape airoso ante los obstáculos técnicos –y éticos–, que de momento hacen poco plausible un acceso generalizado a las tecnologías genéticas. Agar parece más preocupado por las reticencias de la comunidad académica a entrar en el juego de experimentos mentales y prospectiva tecnológica que por las barreras morales y jurídicas que impiden hoy la experimentación genómica con fines de mejora. Vaticina que serán superadas en el futuro ‘no por un debate razonado o acuerdo social, sino por científicos que, soterradamente, trabajan fuera de las limitaciones éticas’.³⁵

Agar utiliza un segundo recurso filosófico, equivalente al razonamiento por analogía, que consiste en analizar los problemas a través de ‘imágenes morales’.³⁶ Se parte de una práctica bien conocida, que evoca reacciones morales en las que confiamos, elegida por su similitud con la práctica novedosa y moralmente problemática. Aplica principios morales usuales en las intervenciones terapéuticas actuales a modificaciones genéticas correctoras o perfectivas, que pueden eliminar deficiencias o rasgos asociados a enfermedades en un embrión. Si estas técnicas benefician al embrión, serían asimilables a otras medidas que ya utilizamos para evitar conductas potencialmente dañinas para el feto en desarrollo –p.ej, la recomendación de seguir estilos de vida saludables durante el embarazo, no ingerir alcohol ni consumir tabaco, etc.

Agar equipara las mejoras genéticas a otros procedimientos de crianza [*nurture*] ampliamente aceptados para dotar a los hijos de un entorno que pueda beneficiarles y enriquecer sus capacidades. Considera que esta liberad sería extensible al uso de las tecnologías genéticas con idénticos fines, aunque se trate de vías distintas. Por otra parte, si las *combinaciones genéticas favorables* ocurren *de forma natural* en muchos casos, no habría obstáculos morales para intentar obtenerlas mediante técnicas de ingeniería genética en otros.³⁷

El efecto de estas analogías es mostrar cómo se difuminan las fronteras convencionales entre terapia y mejora, puesto que para un partidario de la ‘eugenista liberal’ responden al mismo objetivo: mejorar las características de la descendencia. Optar por intervenciones ambientales o por técnicas de ingeniería genética resulta irrelevante cuando se trata de proporcionar a la descendencia las mejores oportunidades. Pero si ambas pueden ofrecer beneficios idénticos a padres y a hijos, ‘el lastre histórico negativo sobre las técnicas genéticas y los prejuicios que acompañaron sus aplicaciones sociales no debería empañar la posibilidad de un nuevo equilibrio’.³⁸

El problema de los argumentos por analogía es que se prestan a disminuir la profundidad y el rigor del análisis. El ‘optimismo pragmático’ que sugiere Agar se torna ingenuo cuando imagina que un consentimiento informado de calidad, con información apropiada y suficiente, bastaría para asegurar que los padres puedan, de manera autónoma, razonada, consciente y voluntaria, actuar sensatamente si optan por recurrir a las biotecnologías para modificar el genoma de su prole. Precisamente por analogía con lo que ocurre en la actualidad, sería cuestionable una confianza tan ciega en los mecanismos del libre mercado para regular el consumo de productos genéticos. La posibilidad de que incluso en un futuro ‘pragmáticamente optimista’, las

³⁵ Agar, 2004: 20-38.

³⁶ Agar, 2004: 39-131.

³⁷ Agar, 2004: 88-110.

³⁸ Agar, *ibid.*

modificaciones genéticas ingenieriles tengan consecuencias indeseables abre la puerta a exigencia de responsabilidades por parte de quienes autorizaron y realizaron el procedimiento (reguladores, padres y terapeutas o ingenieros genéticos), una rendición de cuentas que no podemos exigir a la naturaleza.

El consentimiento informado de los padres no garantiza actuaciones ni elecciones sensatas, como prueba el aumento imparable (epidémico) de la obesidad infantil y en adultos, precisamente cuando el entorno cultural y mediático está proporcionando más información que nunca sobre los riesgos sanitarios asociados a la obesidad y los aspectos nutricionales que es preciso conocer para seguir una dieta saludable. Los numerosos estudios sobre la conducta de los consumidores invitan a cualquier cosa menos a confiar en que un contexto de libre mercado para tecnologías genéticas o estéticas lleve por sí solo a una racionalidad generalizada en las decisiones. El recurso al diagnóstico prenatal es ya rutinario o está médicamente indicado en las primeras fases del embarazo bajo muchos supuestos, un hecho que ha cambiado decisivamente el horizonte reproductivo socialmente aceptado, generando una presión social considerable para descartar fetos con anomalías o características indeseables bajo diversos criterios, la mayoría estrictamente médicos. En su perspectiva liberal, Agar es reacio a admitir un riesgo de pendiente resbaladiza en el recurso al diseño genético. Pero sí aceptaría algún nivel de control estatal para minimizar el riesgo de elecciones insensatas, perjudiciales o de alto riesgo para la descendencia. Al fin y al cabo, los excesos eugenistas del pasado tienen mucho que ver con la existencia de un sistema regulador que amplía las opciones reproductivas sin degenerar en consumismo decadente.³⁹

Las propuestas de Agar tienen su marco natural en las democracias liberales de occidente con sistemas normativos robustos y garantistas, pero resultarían inquietantes en regímenes autoritarios o democracias desaliñadas, con aparatos reguladores frágiles. Agar pasa muy por encima las críticas contra la nueva eugenesia de autores como Habermas,⁴⁰ que ve en ella una amenaza contra la integridad de la especie y la autonomía genómica (derecho a no ser objeto de alteraciones en el propio genoma sin consentimiento informado), que nos situaría en un plano inclinado hacia ‘la instrumentalización mercantilista de la humanidad’. Califica de “argumentos de mal gusto” los propuestos por Leon Kass,⁴¹ que llevan a considerar temas como la clonación reproductiva moralmente repugnantes por vía instintiva, sin necesidad de análisis racional. En general, Agar abusa del optimismo pragmático y no aborda los problemas éticos con detalle, por lo que su propuesta parece hecha más bien con fines de anticipación y esclarecimiento de problemas, sin ánimo de confrontación, antes de que el avance tecnológico nos obligue a ello. En algunos aspectos su propuesta resulta clara, hasta cierto punto coherente y aporta elementos útiles para el debate bioético. Pero resulta incompleta en otros y le falta amplitud de enfoque, con una atención excesiva a las biotecnologías reproductivas que parece ignorar tanto sus limitaciones como el potencial de otras áreas muy dinámicas del desarrollo tecnológico (neurociencias, en particular) y de las intervenciones ambientales con propósitos similares de mejora.

5. Obstáculos de naturaleza epistemológica para un libre mercado de tecnologías genéticas de mejora humana

Durante la primera mitad del siglo XX, el paso de la *eugenesia positiva no coactiva* (intervención en los mecanismos de la herencia o en la selección de pareja para conseguir una mejor descendencia) a la *eugenesia negativa coercitiva* (eliminación de los individuos biológicamente inferiores para mejorar las cualidades de la raza humana) se hizo sobre un trasfondo de prejuicios sociales, precariedad metodológica y lagunas de conocimiento científico que hoy nos resultan escandalosos.

En los niveles actuales de conocimiento sobre el genoma humano y sus funciones, el recurso a técnicas de ingeniería genética para rediseñar individuos con cualidades mejoradas a la carta es una

³⁹ Agar, 2004: 149.

⁴⁰ Habermas, 2003.

⁴¹ Kass L (1997): ‘The wisdom of repugnance: Why we should ban the cloning of humans’. *The New Republic*, 2 June: 17-26.

quimera, además de una imprudencia. Por esta razón resultan provocadoras las posiciones afines al “optimismo pragmático” de Nicholas Agar –y, en general, todas las que defienden el derecho de los padres a elegir ciertas características para sus hijos, mediante el empleo de tecnologías genéticas–,⁴² a menos que se planteen en un escenario imaginario donde hayan quedado superadas las limitaciones y riesgos de las técnicas que hoy conocemos.

Si bien la selección de embriones mediante diagnóstico preimplantatorio y la oferta de embriones o gametos procedentes de donantes con determinadas características figura entre los servicios que pueden proporcionar algunas clínicas de reproducción asistida, en sentido estricto no deberíamos hablar de ‘rediseño’ o ‘mejora de seres humanos mediante tecnologías genéticas’, puesto que no conllevan modificación alguna de la dotación genética. Se trataría de procedimientos afines a la selección artificial de fenotipos.

Tendría que producirse, además, una transformación radical del marco normativo y ético vigente para las aplicaciones de las biotecnologías reproductivas. Las garantías éticas y jurídicas habituales para los protocolos de ensayos clínicos con sujetos humanos son particularmente exigentes con aquellas investigaciones que implican manejo de embriones humanos en alguna de sus fases. Aunque es evidente que las tecnologías reproductivas hoy disponibles tienen un potencial que excede el requerido para sus usos por indicación médica, los riesgos de utilizarlas para otros fines únicamente serían aceptables en casos y circunstancias excepcionales. Existen abundantes instrumentos que sirven de referencia ética y jurídica a escala internacional, coincidentes en la exigencia de supervisión ética rigurosa para toda investigación biomédica que implique intervenciones genéticas o de otro tipo en embriones y sujetos humanos.⁴³ Prácticamente todos los países desarrollados procuran, a diferentes ritmos, ajustar su propia legislación a pautas y principios éticos consensuados en el ámbito internacional, para garantizar en lo posible usos de las biotecnologías reproductivas compatibles con sus indicaciones médicas y orientados a la mejora de la salud humana.⁴⁴

Incluso aunque el marco normativo fuese favorable, persisten dificultades de carácter técnico por el momento irrebasables. Algunas de las estrategias genéticas propuestas para mejorar el rendimiento en la alta competición no pasan de ser métodos experimentales más o menos sofisticados de dopaje, con efectos colaterales de alto riesgo por tratarse de usos no indicados médicamente y poco investigados.^{45,46,47} Aunque algunas líneas de investigación se sustentan en la hipótesis de que existen genes específicos asociados a distintos tipos de rendimiento deportivo,⁴⁸ las informaciones que aparecen en esta dirección interesan más a la prensa sensacionalista que a la comunidad científica.

Quizás la noticia reciente más interesante sobre el tema sea la publicación de un trabajo del equipo de Si Jin Lee, de la Universidad Johns Hopkins de Baltimore (Estados Unidos), donde

⁴² Agar, 2004 y 1998.

⁴³ *Código de Núremberg* (1947); *Declaración Universal de Derechos Humanos* (1948); *Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos* (UNESCO, 18/10/2005); *Convención Europea para la Protección de los Derechos Humanos y de la Dignidad del Ser Humano en lo que respecta a la Aplicación de la Biología y la Medicina* (‘Convención de Oviedo’, 1997); *Protocolo Adicional al Convenio de Oviedo sobre la prohibición de clonar seres humanos* (1997); *Declaración Universal sobre el Genoma y los Derechos Humanos* (UNESCO, 1997); *Carta de los Derechos Fundamentales de la Unión Europea* (2000); *Protocolo de Cartagena sobre la Seguridad de la Biotecnología* (2000); *Pautas Éticas Internacionales para la Investigación y Experimentación Biomédica en Seres Humanos*, del Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas (CIOMS) en colaboración con la Organización Mundial de la Salud. Ginebra, 2002; *Declaración de Helsinki*, de la Asociación Médica Mundial (revis. 6/10/2002).

⁴⁴ CGPJ, 2007; Romeo Casabona, 2001, 2002 y 2004; García, 2004.

⁴⁵ McCrory, 2003.

⁴⁶ Entre los métodos prohibidos figura el uso no terapéutico de células, genes, elementos genéticos o la modulación de la expresión génica, si tienen la capacidad para mejorar el rendimiento atlético. Cfr.

The World anti-doping code: The 2005 prohibited list - International Standard (http://multimedia.olympic.org/pdf/en_report_868.pdf).

⁴⁷ Baoutina et al., 2007.

⁴⁸ Lippi, Guidi 2004.

afirman haber obtenido un ratón transgénico con una masa muscular cuatro veces superior a la normal. Han conseguido incrementar la corpulencia del roedor en un 73 por ciento induciendo mutaciones genéticas que, eventualmente, podrían resultar útiles en medicina, ganadería y deporte. Estas mutaciones les han aportado dos características: no pueden producir la proteína miostatina y generan un exceso folistatina. El resultado combinado es la mayor corpulencia y un aumento del 117% en el tamaño de cada una de sus fibras musculares.⁴⁹

Lee y su equipo ya habían averiguado en 2002 que cuando se bloqueaba genéticamente la producción de miostatina en ratones, el músculo doblaba su tamaño. En los círculos del culturismo ya se hablaba de las posibilidades de los inhibidores de esa proteína para el futuro de este deporte. Cuando comprobaron que la producción de folistatina bloqueaba a la miostatina, se hizo evidente que esta línea de investigación podría ser de gran utilidad para paliar los efectos de la distrofia muscular, una enfermedad genética caracterizada por la debilidad de los músculos. El problema para su aplicación a humanos es que aún no se conoce si en los seres humanos están implicadas las mismas proteínas. Según Lee, los ratones tienen niveles más altos de miostatina que las personas, lo que implicaría que esta proteína es menos importante en los humanos, donde es prácticamente indetectable. Esto significa que, en humanos, claramente debe de haber otros factores, aunque se conoce algún caso de personas con niveles bajos de miostatina que muestran un fenotipo similar (un niño con menos de un año que exhibe una musculatura sorprendente).⁵⁰

Por lo tanto, en humanos es posible en principio intentar eliminar experimentalmente la acción de la miostatina (es una proteína extracelular, cuya función podría ser contrarrestada bloqueando anticuerpos, bien contra la miostatina o contra sus receptores; en línea germinal, podría eliminarse su mRNA por RNA de interferencia). Entre los objetivos potenciales de esta investigación estaría evitar la pérdida de masa muscular que aparece con la edad, responsable de muchas caídas y rotura de caderas en la tercera edad. Los ganaderos quizás tengan interés en su aplicación para producir vacas y ovejas con mucha más carne que las actuales. Pero, sobre la base de conocimiento actual, se trataría de intervenciones experimentales de alto riesgo y efectos desconocidos para humanos. Lo que sí puede darse por seguro es que algunos atletas intentarán usar este conocimiento con fines de dopaje. Igual que ocurre con la EPO, si hay un mercado de consumo, habrá alguien que producirá y venderá la mercancía. En otra fase que no sea la de intervenciones experimentales de alto riesgo, 'no se tiene noticia por el momento de ningún tipo de ingeniería de genes específicos orientada a mejorar la capacidad física de una persona más allá de lo humanamente posible'.⁵¹

En medicina reproductiva se viene prestando atención a un pequeño grupo de genes con impronta cuya reprogramación epigenética en la línea germinal es necesaria para un normal desarrollo embrionario posterior. La reprogramación y puesta a cero de las improntas, mediante un ciclo de eliminación/adquisición/mantenimiento, es un fenómeno orquestrado de manera precisa y sutil, que involucra a regiones genómicas específicas y enzimas metiladoras. Se sabe que una regulación inadecuada de la impronta genética puede provocar varios tipos de enfermedades en humanos, y afectar al crecimiento fetal en la placenta. Numerosos estudios —aunque no concluyentes— han sugerido una posible asociación entre técnicas de reproducción asistida y alteraciones en los mecanismos de imprinting genético. Existen elementos para tomar en consideración la posibilidad de que este riesgo —inferior al 1%— pueda ir asociado a ciertos pasos habituales en las técnicas de reproducción asistida, aunque no se descarte su posible alteración previa en los gametos de los pacientes. En todo caso, una mejor comprensión de la reprogramación epigenética en la línea germinal es absolutamente necesaria, tanto para evaluar la seguridad de los métodos de reproducción asistida como para evitar el empleo de gametos alterados o no aptos.⁵²

⁴⁹ Lee, 2007.

⁵⁰ Cfr. <http://www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/0,1518,305616,00.html>.

⁵¹ Miah, 2004: 43.

⁵² Paoloni-Giacobino, 2007: 52R. El autor considera apremiante la estandarización a escala internacional de las tecnologías empleadas en reproducción humana asistida.

Por lo que respecta a los ensayos de transferencia génica con finalidad exclusivamente terapéutica, la mayor parte siguen en fases de experimentación clínica o estadios preliminares, y sus resultados continúan siendo decepcionantes, cuando no desconcertantes.⁵³

Los debates sobre manipulación genética humana con fines perfectivos no superan todavía la categoría de especulaciones poco disciplinadas, aunque suficientes para transmitir al público no especializado un mensaje alarmista y distorsionado. El tono de algunos debates filosóficos sobre servicios imaginarios de libre acceso en el mercado genético evoca la ligereza y simplicidad antes detectadas en las recetas eugenistas para la higiene social.

6. Epigenética: nuevo marco conceptual para entender la relación entre genotipo y fenotipo, entre herencia y ambiente

Gran parte de los conceptos científicos básicos sobre la herencia que es preciso manejar en la discusión filosófica y otras áreas de las ciencias sociales siguen cargados de las connotaciones adquiridas por sus usos previos a la era post-genómica. Son relativamente pocos los autores que han tenido la oportunidad de moverse en contextos netamente interdisciplinarios y están en condiciones de entender, por ejemplo, el desafío conceptual y metodológico que ha supuesto el desarrollo de la epigenética tras la era genómica (autores como Strohmman la consideran el punto de partida para una auténtica revolución en el modo de entender la relación entre genes y enfermedades y otros procesos biológicos esenciales).⁵⁴

Entre las novedades a las que se presta muy poca atención destaca el hecho de que se producen cambios hereditarios en la expresión genética que no responden a la lógica mendeliana, porque no están mediados por alteraciones en la secuencia de ADN. La epigenética (término propuesto por Conrad Waddington, 1905-1975)⁵⁵ ha dado origen a una rama de la biología especializada en estudiar las interacciones causales entre los genes y sus productos, de los que finalmente resulta el fenotipo. Se abren así nuevos horizontes para interpretar aspectos cruciales de la teoría evolutiva propuesta por Darwin y Lamarck, según la cual la evolución podría favorecer el desarrollo de mecanismos propios orientados a maximizar la variabilidad donde y cuando fuese más probable que tuviera efectos positivos, y minimizarla cuando y donde no se necesitara (algo incompatible con una idea de la evolución guiada exclusivamente por el azar). La regulación epigenética media en la adaptación del genoma al entorno, aportando una plasticidad al fenotipo que resulta especialmente útil bajo condiciones ambientales desfavorables.⁵⁶

Investigaciones recientes prueban que algunos elementos del componente hereditario o familiar responsable de la susceptibilidad a ciertas enfermedades son transmitidos por medios no-genómicos y que los factores ambientales que actúan durante las primeras fases del desarrollo determinan el riesgo posterior de padecer una enfermedad. Se considera que los mecanismos subyacentes implican modificaciones epigenéticas en genes sin impronta, inducidas por características del entorno donde se produce el desarrollo, y que modifican la expresión genética sin alterar las secuencias de ADN.

Esta modulación no-genómica del fenotipo, mediada por ductilidad ambiental, presenta valor adaptativo porque se orienta a sincronizar las respuestas de un individuo al entorno que con mayor probabilidad pueda experimentar. Una incorrecta adecuación o sincronización de las respuestas incrementa el riesgo de enfermedad. El fenómeno puede ilustrarse mediante casos donde las señales enviadas al entorno fetal antes del nacimiento por una dieta materna inadecuada, o inducidas por cambios ambientales bruscos como consecuencia de una mejora en las condiciones socioeconómicas, contribuyen decisivamente al aumento de la prevalencia de la diabetes tipo-2, la obesidad y la

⁵³ Bushman, 2007.

⁵⁴ Strohmman RC 1995 y 1997; Petronis, 2001; Issa, Baylin 1996; Egger et al., 2004.

⁵⁵ Waddington, 1952 y 1976.

⁵⁶ Devaskar, Raychaudhuri 2007.

enfermedad cardiovascular. Evidencias recientes sugieren que tales efectos pueden ser transmitidos más allá incluso de la primera generación, por línea materna (y quizás paterna).⁵⁷

Esta línea de investigación se está aplicando en el estudio de las características fenotípicas y bioquímicas de niños que nacieron con poco peso, en particular como resultado de tratamientos de fertilización *in vitro* o partos muy prematuros que pudieron facilitar la exposición a ambientes adversos en distintas fases del desarrollo fetal. En modelos animales se ha comprobado que la manipulación de los factores nutricionales induce cambios en la metilación del ADN, un mecanismo que puede dar pistas sobre la acción de posibles genes en el crecimiento y el metabolismo a través de modificación epigenética.⁵⁸

Frente a conceptos sumamente rígidos y deterministas derivados de la noción de programa en el paradigma de las ciencias computacionales, la investigación genómica reciente pone de manifiesto la importancia de las interacciones epigenéticas y ambientales para comprender el significado y la flexibilidad de las instrucciones genéticas. El epigenoma es particularmente susceptible a una mala regulación durante la gestación, el desarrollo neonatal, la pubertad y la edad avanzada. Durante la embriogénesis es mucho más vulnerable a los factores ambientales porque la tasa de ADN sintético es alta, y el ajuste del ritmo de metilación del ADN producido, así como la estructura de cromatina necesaria para el desarrollo normal de los tejidos, se establecen durante el desarrollo temprano.⁵⁹

La familiarización con el marco teórico de la investigación post-genómica y epigenómica resulta de extraordinaria utilidad para una aproximación sensata y conceptualmente disciplinada al complejo y confuso debate sobre la eugenesia liberal, las biotecnologías reproductivas y el potencial asociado a la convergencia de tecnologías con fines de mejora humana. Incluso las críticas mejor articuladas filosóficamente a los riesgos de la eugenesia liberal y a los enfoques epistemológicos reduccionistas que la sustentan se vierten todavía en modelos conceptuales obsoletos, anclados a lo sumo en postulados científicos de la era pre-genómica.⁶⁰

7. El desafío de la convergencia de tecnologías

La ‘convergencia de tecnologías’ es una expresión nebulosa y sólo en parte novedosa. La idea de mejorar las capacidades físicas, sensoriales y cognitivas del cuerpo humano es muy antigua. Pero hacerlo aplicando la ciencia y la tecnología es más reciente. En el siglo XVII, Francis Bacon describía en su obra utópica “La Nueva Atlántida” una sociedad futura familiarizada con el manejo de muchos instrumentos técnicos destinados a mejorar capacidades humanas: microscopios, armas modernas, teléfonos, micrófonos, motores y naves aéreas, entre otros.⁶¹ En el siglo XVIII, los desarrollos en física, química y biología fomentaron el optimismo sobre las posibilidades de la ciencia y la tecnología para mejorar las capacidades humanas. El Marqués de Condorcet anticipó muchas de las posibilidades asociadas a las aplicaciones médicas del conocimiento científico.⁶² El entusiasmo reservado en los siglos XVII-XVIII para especulaciones teóricas se orienta ahora hacia aplicaciones prácticas que se consideran viables a corto o medio plazo.

Por tanto, lo novedoso no es la aplicación de ciencia y tecnología con fines de mejora, sino la convergencia NBIC (de nano-bio-info-neurotecnologías) con el mismo propósito, entendida como una tendencia que debe fomentarse, más que como algo ya conseguido. Lo relevante es el nuevo contexto histórico, médico y tecnológico, donde la convergencia NBIC se manifiesta en líneas de investigación, vocabularios y discursos, métodos de investigación y medios de difusión científica, así como objetivos epistemológicos comunes a diversas líneas de investigación. Puede que algunos rasgos sean convergentes y otros divergentes, pero la convergencia que se busca no

⁵⁷ Godfrey et al., 2007.

⁵⁸ Cutfield, 2007.

⁵⁹ Dolinoy, 2007.

⁶⁰ Habermas, 2003.

⁶¹ Francis Bacon (2006): *La Nueva Atlántida*. Ediciones Akal, S.A. 2006 (orig. 1627).

⁶² Condorcet JA (1795): *Esquisse d'un tableau historique des progrès de l'esprit humain*. Agosse, Paris.

equivale a reducción de teorías. Por esta razón algunos autores proponen hablar de *inter-fecundación* y *sinergismo* (los resultados en una disciplina pueden robustecer los de otra, y *viceversa*, algo que tampoco es nuevo).⁶³

No existe un cuerpo de literatura coherente al respecto, sino materiales dispersos procedentes de la antropología, estudios feministas, estudios sociales de la ciencia, la tecnología y la medicina; estudios bioéticos y literatura sobre la discapacidad. Tampoco está representado todo el espectro tecnológico. Destaca la reflexión sobre aplicaciones de la cirugía cosmética y el empleo de neurofármacos para mejorar el rendimiento cognitivo, y trabajos relacionados con el potencial de la ingeniería genética y la medicina regenerativa. Pero hay muy poco elaborado sobre el uso de prótesis electrónicas –exceptuando los implantes cocleares– o sobre órganos artificiales. En la mayoría de estos trabajos se abordan los aspectos éticos y sociales de su implantación generalizada, así como los desafíos para conceptos básicos sobre la naturaleza humana, el envejecimiento, la salud y la enfermedad, y su impacto en la economía y la dinámica de las instituciones.

La convergencia de tecnologías NBIC ha suscitado un intenso debate sobre temas controvertidos:

1. **Transformaciones tecnológicas de los seres humanos:** Los partidarios de la convergencia NBIC abogan por cambios radicales en nuestras capacidades sensoriales, motoras y cognitivas para mejorar el rendimiento humano mediante remodelación tecnológica, a diferencia del recurso al estudio, la educación y el ejercicio. Están convencidos de que los cuerpos humanos actuales son una solución evolutiva arbitraria a problemas de movilidad, comunicación y funcionamiento en el entorno. Los consideran imperfectos, variables, en un estado de degeneración y necesidad de reparación constantes. Así como disponemos de herramientas para transformar tecnológicamente el entorno natural y adaptarlo en orden a mejorar nuestro rendimiento, comenzamos a tener la capacidad para transformar nuestro propio diseño gracias a la medicina y las bioingenierías. Cirugía estética y dental, fármacos inteligentes, neuromoduladores del estado de ánimo, sustancias para el doping deportivo y hormonas del crecimiento ilustran algunos pasos en esa dirección, más allá de las intervenciones consideradas terapéuticas. Pero la tendencia apunta hacia la regeneración y reemplazo de órganos, ampliación y mejora drástica de capacidades sensoriales, físicas, motoras y cognitivas; prolongación de las expectativas de vida y retraso del envejecimiento; inserción de genes asociados a rasgos favorables, integración de dispositivos auxiliares para procesar e interpretar información masiva, conexión directa del cerebro a bases de datos, etc. El uso generalizado de las ciencias y tecnologías NBIC situaría a la humanidad en una nueva era, en otra fase evolutiva caracterizada por la capacidad para rediseñar el cuerpo humano en función de necesidades y deseos, modificando o añadiendo nuevas funcionalidades.
2. **Cambio de actitudes respecto al cuerpo humano:** Los partidarios de la convergencia NBIC sugieren escenarios visionarios cargados de posibilidades sorprendentes para mejorar las imperfecciones del actual diseño evolutivo humano. Pero es arriesgado aventurar los posibles derroteros. Algunas mejoras de nuestro diseño podrían tener efectos genuinamente valiosos (mejores capacidades sensoriales, motoras y cognitivas de propósito general). Pero pueden surgir consecuencias negativas en proporción a la magnitud de los ajustes y modificaciones efectuadas. En particular, preocupa una percepción generalizada del cuerpo y sus funciones cada vez más entrelazadas con la tecnología, que trivialice el reemplazo de células, órganos y tejidos humanos con dispositivos tecnológicamente avanzados (sistemas bioelectrónicos para mejorar

⁶³ Gordijn, 2006.

capacidades sensoriales, motoras y cognitivas; o funciones corporales básicas). El cuerpo humano se integraría en redes y sistemas tecnológicos, p.ej. mediante nanosensores diseñados para chequeos y monitorización permanente que puedan detectar posibles riesgos para la salud y conectarse a sistemas informáticos expertos programados para dar respuesta automática a alteraciones y dolencias comunes, activando dispositivos nanométricos que liberen fármacos. La naturaleza dejaría de ser la única responsable de la apariencia, desarrollo y funciones corporales, dejando a otras máquinas o desarrollos tecnológicos un amplio margen de control sobre nuestra salud. La alteración del significado social del cuerpo y la biología puede responder a patrones muy concretos sobre el tipo de individuos que el sistema productivo necesita: atentos, receptivos, necesitados de poco sueño, dispuestos siempre a trabajar duro.

Orientar la medicina hacia objetivos de mejora y enriquecimiento de capacidades plantea muchos interrogantes sobre el significado cultural de la 'normalidad' y la 'discapacidad', abriendo nuevas brechas para la medicalización de la condición humana y la consideración de 'lo normal' como 'deficiente'. El uso de fármacos y sustancias disponibles por indicación médica (esteroides anabolizantes y eritropoyetina, p.ej.) para fines no indicados (doping deportivo, entre otros) tiene una consideración distinta del empleo de ansiolíticos para aumentar el rendimiento académico de los niños en la escuela. Plantea la racionalidad subyacente a las ideas sociales de mérito, capacidad y competencia, y las dificultades para distinguir entre 'desventaja', 'necesidad' y 'deseo'.⁶⁴ Desde un enfoque antropológico, se hallan elementos para reflexiones críticas sobre el tipo de respuestas culturalmente diferenciadas a la discapacidad, el envejecimiento, la capacitación personal y los tratamientos para mantener el cuerpo en condiciones saludables.

3. **Limitaciones a la autonomía e intimidad:** Se especula con que el uso de neuroimplantes conectados directa y permanentemente al cerebro pueda mejorar diversas habilidades cognitivas, con el riesgo de aumentar nuestra dependencia de ordenadores, bases de datos y recursos valiosos accesibles sin teclados ni otros dispositivos externos de comunicaciones. Bert Gordijn toma en serio la posibilidad de conexiones inmediatas con otros seres humanos (interfaces cerebro-cerebro) y la comunicación cerebral con personas en ubicaciones remota a través de redes conectadas directamente al cerebro. No oculta su entusiasmo ante la perspectiva de que toda la humanidad pueda llegar a ser 'un solo cerebro interconectado y distribuido' al final de este siglo, porque esto 'mejoraría la productividad e independencia de los individuos'.⁶⁵ Pero señala que estas tecnologías facilitarían un rastreo y control social de las acciones individuales, pensamientos incluidos, sin precedentes: localización permanente, seguimiento hasta en la esfera más privada, posibilidad de influencias subliminales o generación de ilusiones colectivas, vulneración de la autonomía por parte de poderes centralizados no sujetos a controles democráticos, etc.
4. **Medicalización de rasgos humanos 'normales':** El acceso a múltiples tipos de mejora puede generalizar un desprecio hacia capacidades humanas convencionales, relegadas casi a nivel de defectos o lacras a eliminar. Fomentaría la medicalización de formas de funcionamiento absolutamente ordinarias en lo que respecta a capacidades humanas y apariencias físicas normales.
5. **Identidad personal:** Algunos autores se plantean si las modificaciones corporales mediante cirugía, medicina o implante de dispositivos no reforzarán una imagen

⁶⁴ Hogle, 2005: 696-700.

⁶⁵ Gordijn, 2006.

personal estándar, sometida a los patrones publicitados por los medios y la cultura de masas, que integre en un mismo circuito comercial la medicina, la biología y la cultura del cuerpo, a costa de reducir o anular la autenticidad de los individuos. Pero incluso los individuos con cuerpos más robustos y perfeccionados tendrán que afrontar las contingencias inevitablemente asociadas a la vulnerabilidad humana (enfermedad, deterioro, muerte...). No está claro que la modificación de capacidades sensoriales, motoras y cognitivas vaya a tener como efecto una ‘dilución progresiva de la propia identidad’, aunque sí una dependencia importante de diversas tecnologías. Tampoco puede asegurarse que contribuirán a mejorar la satisfacción de quienes las usan, aunque sí quizás a reajustar sus expectativas y las de toda la sociedad. Algunos consideran que una fuerte dependencia de las redes y recursos informáticos colectivos podría difuminar los límites entre los individuos y las comunidades virtuales a las que pertenecen, generando concepciones ambivalentes sobre los humano (autopercepción borrosa de la propia humanidad, tanto por la ‘maquinización’ de individuos humanos como por la evolución orgánica de las tecnologías hacia su compatibilidad con el cuerpo: inteligencia artificial, vida artificial, robótica y redes neurales computacionales para emular capacidades humanas básicas). La antropomorfización de las tecnologías diluiría la diferencia entre naturaleza y cultura, vivo-no vivo, orgánico-inorgánico, consciente-no consciente... Estas series de opuestos configuran percepciones culturales y sociales muy arraigadas, cuya redefinición puede desestabilizar elementos simbólicos básicos asociados a la naturaleza humana habitual y provocar desorientación o pánico existencial.⁶⁶

Los neuromoduladores del ánimo y de ciertas patologías cognitivas han dado origen a pacientes depresivos que tomaron *prozac* por tiempo prolongado y se negaban a la retirada del tratamiento porque las mejoras que experimentaron les aportaron rasgos de personalidad que nunca habían tenido (menor timidez, más autoestima, más sociabilidad, más autocontrol y confianza en sí mismos...). Se plantea la posibilidad entonces de usar el *prozac* para personas sanas, que simplemente quieran mejorar su estado de ánimo o modificar algunos rasgos indeseables de su personalidad. El efecto de estos usos sin indicación médica sobre la autenticidad e identidad personal dependerá de qué cuenta para ellos como mejora del ánimo o de la personalidad. Rasgos como la vergüenza y la agresividad pueden presentarse de forma variable y resultar problemáticos sólo a partir de cierto umbral, con efectos heterogéneos en las vidas de las personas que los experimentan. Además, las mejoras subjetivas en estos aspectos no tienen por qué ser apreciadas por terceros, como les ocurre a consumidores de alcohol que se sienten más cómodos y seguros de sí en ciertas situaciones, mientras a ojos de terceros resultan poco interesantes para eventuales interacciones.

Por otra parte, no es fácil distinguir lo que cuenta como mejora en alguna dimensión particular (felicidad, confianza en sí mismo...) y su relación con mejoras en la vida en general. Experimentar ciertos sufrimientos puede aportar una riqueza personal de la que carecerían los confrontados sistemáticamente a emociones más ‘positivas’. Los estándares para calificar ciertas formas de personalidad o estados de ánimo como enfermedad están sujetos a debate, aunque existen consensos sobre el valor de las capacidades que permiten experimentar placeres estéticos, artísticos, intelectuales... El autocontrol de las respuestas emocionales resulta valioso, incluso conseguido con ayuda farmacológica. Por lo tanto, ciertos neurofármacos pueden ayudar a ciertas personas a vivir más auténticamente mientras a otros podría restarles autenticidad, sobre todo ante acontecimientos en los hay que responder con autenticidad (pérdida de familiares...). Usar fármacos para 'desconectar emocionalmente' de lo que nos sucede

⁶⁶ Gordijn, *ibid.*; y Hogle, 2005: 701-704.

puede desactivar una parte importante de nuestra humanidad, pero también hacer llevaderas circunstancias que de otro modo serían insuperables.⁶⁷

8. Neurociencias vs ingeniería genética perfectiva

Mientras Lee Silver⁶⁸ y Nicholas Agar centran su análisis en las biotecnologías reproductivas como contexto privilegiado para especular sobre posibilidades de enriquecimiento humano inéditas, autores como Nick Bostrom y Linda Hogle recurren a un marco mucho más amplio, el de la convergencia de tecnologías NBIC, para especular sobre nuevos escenarios de posibilidades tecnológicas, cuyas aplicaciones combinadas difuminan la frontera entre finalidades terapéuticas, cosméticas o perfectivas.⁶⁹ La convergencia de tecnologías NBIC sitúa el debate sobre la eugenesia liberal en un plano más complejo, en la medida en que sustrae al dominio de las intervenciones genéticas posibilidades de mejora de capacidades físicas o cognitivas que podrían conseguirse de manera más segura y verosímil, a corto o medio plazo, como consecuencia de desarrollos en neurociencias y farmacogenómica (p.ej., neuromoduladores químicos personalizados, potenciadores de la memoria, la atención y otros rasgos cognitivos de propósito general; sustancias químicas para el incremento de la masa muscular y el rendimiento físico, etc.).

El fracaso de los primeros ensayos con terapias génicas restó peso a los enfoques reduccionistas en genética y planteó la necesidad de revisar los modelos deterministas que guiaban la investigación básica en biología molecular. A los pocos años de haberse iniciado el Proyecto Genoma Humano, se prestaba mucha más atención a los procesos e interacciones epigenéticas para comprender rasgos complejos que, desde el paradigma dominante y con muy pocas excepciones⁷⁰, se consideraban determinados sólo por la secuencia de ADN. La presentación en febrero de 2001 de la secuencia completa del genoma, con apenas 30.000 genes frente a los 100.000 esperados, provocó un desconcierto generalizado. El desconcierto se transformó en estupor cuando se comprobó que sólo 300 genes eran específicos de los humanos y distintos de los de un ratón, p.ej. Por tanto, resultaba evidente que la interacción conjunta de muchos genes –en una proporción mucho mayor de lo esperado– era la clave para producir en amplio abanico de proteínas.

Se tenían otras muchas evidencias previas en la misma dirección: especies muy diferentes tienen genomas similares (humanos y chimpancés, p.ej.). Y la investigación sobre proteínas resultantes de la interacción genética viene realizándose desde hace años. Desde hace décadas, se tenían sobrados elementos para sospechar que la genética no sería suficiente para explicar la complejidad de la vida, y que debe haber algo más. El propio Craig Venter, que lideró la investigación genómica desde la compañía *Celera genomics*, reconocía que ‘los genes posiblemente no puedan explicar todo lo que nos hace lo que somos’. Algunos autores familiarizados con la epigenética entendieron que Venter reconocía explícitamente el fracaso del enfoque genético determinista, según el cual las características complejas de los seres humanos son causadas por genes específicos.

Pero desde 2002 hasta hoy sigue vigente la misma tendencia que ha dominado durante un siglo las ciencias de la vida. Cualquier cosa parece aceptable, menos el escándalo de que el PGH estaba basado en una teoría incompleta y deficiente. Venter y otros representantes de la industria farmacéutica bien situada en las áreas de diagnóstico y secuenciación sugirieron que, pese a todo, estaban en condiciones de desarrollar nuevas tecnologías que permitirían a los investigadores leer el libro de la vida y describir las enfermedades y conductas más complejas en términos de genes causales.

⁶⁷ Bostrom y Roache 2007:11-14.

⁶⁸ Silver, 1998.

⁶⁹ Bostrom y Sandberg, 2006 y 2007; Hogle, 2005.

⁷⁰ Dos artículos fundamentales al respecto: Strohmman RC (1994): “Epigenesis: The missing Beat in Biotechnology”. *Biotechnology*, vol. 12:156-164; Id. *Ancient Genomes, Wise Bodies, Unhealthy People: Limits of Genetic Thinking in Biology and Medicine. Perspectives in Biology and Medicine*, vol. 37(1):112-145.

Para muchos, los diez años del PGH dedicados a encontrar los genes causantes de las enfermedades humanas, los resultados tras la finalización de la secuencia completa del genoma humano y los fracasos de los ensayos clínicos con terapia génica sugieren inequívocamente que es razonable descartar como inverosímiles o arbitrarias las presuntas asociaciones entre fenotipos complejos (en particular estados o características mentales) y genes individuales. Sin embargo, este tipo de asociaciones son las que las técnicas de neuroimagen funcional parecen hacer hoy creíbles. Si tienen éxito los modelos deterministas y reduccionistas en las neurociencias y sus aplicaciones, entonces el debate en neuroética y otras tecnologías convergentes puede comenzar hoy mucho más allá de donde se ha llegado en genética.⁷¹

El desarrollo de las técnicas de neuroimagen funcional y estructural ha propiciado avances significativos en la comprensión de las relaciones entre actividad cerebral y procesos mentales. Combinando diferentes técnicas y saberes, las neurociencias han mejorado nuestro conocimiento de la base causal de muchas enfermedades mentales y permiten determinar con precisión las estructuras cerebrales y los procesos neurofisiológicos subyacentes. Aunque algunos neurocientíficos cognitivos consideran su disciplina todavía inmadura para elucidar las bases físicas de la mente humana, pocas líneas de investigación exhiben un potencial similar de intervención multidisciplinar sobre procesos normales y patológicos en seres humanos. Sea con fines de diagnóstico, modulación, terapia o mejora de capacidades cognitivas, las neurociencias han adquirido un grado de desarrollo que justifica de sobra la reflexión interdisciplinar sobre algunas de sus aplicaciones, en particular aquellas capaces de transformar de manera significativa la vida de individuos y sociedades. Sus márgenes de riesgo y efectividad son mucho más aceptables, en comparación con el uso de la ingeniería genética para introducir ‘mejoras’ o ‘modulaciones’ de rasgos equiparables. Esta ampliación del marco de debate es un buen antídoto contra especulaciones poco disciplinadas que siguen ancladas en las biotecnologías reproductivas.

Los múltiples desarrollos en tecnologías auxiliares para discapacitados pueden aportar un marco riguroso y consistente para entender las implicaciones menos especulativas de la convergencia de tecnologías. Dispositivos en miniatura sin cables y sintetizadores de voz han sido incorporados por algunos discapacitados como un elemento más de su cuerpo, plenamente funcional en relación con otros más comunes (sillas de ruedas motorizadas, controles remotos, grabadoras, etc.). Otros dispositivos (estimuladores electrónicos, estimulación cerebral profunda, neuro-prótesis, tecnologías de la comunicación, lectores de texto en pantalla) han transformado por completo la experiencia de comunicación, movimiento y autonomía personal, y algunos son utilizados por personas sanas para mejorar su productividad. La posibilidad de adquirir capacidades equivalentes a las normales se prefiere a casi cualquier modificación puramente estética, pero en general el recurso a las tecnologías convergentes puede hacerse casi bajo cualquier pretexto, mientras los interesados entiendan que con ellas reducen al menos parcialmente su vulnerabilidad o mejoran capacidades básicas.

Se conocen ya muchas sustancias capaces de mejorar el rendimiento cognitivo y equilibrar el estado de ánimo. Aunque los efectos antidepressivos o antipsicóticos de algunas se descubrieron por casualidad (clorpromazina, imipramina), nuevas herramientas moleculares y ensayos clínicos rigurosos han proporcionado un amplio arsenal de fármacos muy selectivos y eficaces. Es posible así actuar directamente sobre agonistas o antagonistas específicos y modular la acción de neurotransmisores, como hace la fluoxetina (Prozac) sobre la serotonina. También es posible modular procesos neuroquímicos implicados en la ansiedad, la atención y la memoria. Sin embargo, muchas de estas sustancias pueden emplearse con una finalidad no estrictamente terapéutica.

El psicoestimulante modafinil, por ejemplo, está indicado para el tratamiento de la narcolepsia y trastornos del sueño por cambios en los turnos de trabajo. No obstante, es bien conocido que se prescribe ampliamente a personas sin trastornos del sueño para ayudarles a mantener la alerta y un elevado rendimiento cognitivo durante largos períodos sin descanso. Este

⁷¹ Farah, 2004.

uso ciertamente se solapa con el de otros psicoestimulantes como el metilfenidato (Ritalin), indicado para la hiperactividad y el déficit de atención infantil. Se desconocen los riesgos asociados a usos no indicados de moduladores neuroquímicos y psicoestimulantes, pero es evidente que pueden tener efectos secundarios indeseables.⁷² Una reducción farmacológica de los períodos de sueño puede afectar a todos los procesos metabólicos y cerebrales en los que el sueño está implicado (memoria, p.ej.). Los usos no indicados pero socialmente extendidos deberían ser objeto de estudio para determinar lo antes posible sus riesgos. Mientras tanto, habría pocas razones para justificar su uso voluntario y sería inaceptable desde el punto de vista ético asociar su consumo a los requerimientos de una actividad laboral.⁷³

La tendencia creciente a emplear diferentes combinaciones de sustancias con fines específicos de mejora cognitiva ha abierto la puerta a lo que algunos llaman “doping académico”. La moda parecen haberla iniciado padres que trataron de mejorar el rendimiento académico de sus hijos administrándoles Ritalin sin indicación médica, y en algunas escuelas es significativo el porcentaje de alumnos no diagnosticados con déficit de atención que lo consumen. Entornos fuertemente competitivos como el académico y el laboral podrían disparar su uso, a pesar de que se desconocen sus efectos a largo plazo. De otras sustancias ni siquiera se conoce con detalle su interacción bioquímica, por lo que una administración continuada podría inducir alteraciones irreversibles en sinapsis y circuitos neuronales. Incluso asegurada su eficacia para potenciar el rendimiento intelectual, es necesario estudiar con detalle sus riesgos a corto y largo plazo y difundir esa información para fomentar un consumo responsable.

El rendimiento académico e intelectual es el resultado de una combinación compleja de factores personales, sociales e institucionales. Sería un fracaso colectivo hacer creer a las nuevas generaciones de estudiantes que sus ventajas para obtener empleo, posición social y bienestar dependen en buena parte de elegir el cóctel adecuado de psicofármacos. Resulta mucho más fácil y barato distribuir psicofármacos que tener acceso a un sistema educativo equitativo y de calidad. Las disfunciones institucionales y el escaso compromiso de la sociedad con sus sistemas educativos pueden acentuar la tendencia a confiar en el uso estrictamente personal de recursos técnicos como estrategia para conseguir ventaja competitiva. El progreso en bienestar social y capacitación colectiva difícilmente podrá venir de medidas que dejan intacta o agravan la raíz del problema.⁷⁴

9. Implicaciones éticas de la convergencia de tecnologías con fines de mejora

Autores como Nick Bostrom y Rebecca Roache se acogen al postulado del “optimismo pragmático” para emprender un análisis de los problemas éticos suscitados por eventuales aplicaciones de las tecnologías convergentes perfectivas. Sugieren que los continuos avances en ciencia y tecnología pueden alterar algunos parámetros básicos de la condición humana. Si el enriquecimiento o mejora de capacidades humanas básicas puede resultar factible en el intervalo de vida que resta a muchos contemporáneos, es útil ir considerando los aspectos normativos asociados a este futuro escenario. Además de clarificar conceptos y anticipar especulativamente los problemas, antes de que la tecnología los ponga sobre la mesa, consideran su aportación relevante para decisiones que podrán tomarse ahora en orden a financiar o no ciertas líneas de investigación.⁷⁵ Aprecian cierto progreso en el tratamiento de algunas cuestiones centrales y su significado para el debate ético:

a) Dificultades para distinguir terapia y mejora: Mientras la terapia supone arreglar algo estropeado y restituir lo dañado a la normalidad, las intervenciones perfectivas o de enriquecimiento pretenden mejorar el estado de un organismo más allá de su estado normal de

⁷² Turner DC *et al.*, 2002.

⁷³ Butcher, 2003.

⁷⁴ Farah, 2004.

⁷⁵ Bostrom, Roache 2007.

salud. Un problema para sostener esta distinción surge de la práctica de la medicina actual, donde cuesta distinguir terapia y mejora porque incluye muchas prácticas que no buscan sólo curar heridas o enfermedades (medicina preventiva, cuidados paliativos, obstetricia, medicina deportiva, cirugía plástica, dispositivos contraceptivos, tratamientos de fertilidad, técnicas dentales cosméticas, etc.). Y otras muchas intervenciones de mejora se dan fuera de contexto médico (mejoras ergonómicas en los entornos de trabajo, ingesta de café u otras sustancias estimulantes para mejorar la productividad en oficinas, maquillaje y aseo para mejorar la apariencia; ejercicio, meditación y técnicas de relajación para mejorar el ánimo...).

Las intervenciones que reducen el riesgo de mortalidad y enfermedad no admiten fácil clasificación. La *vacunación* puede ser vista como una intervención terapéutica preventiva, pero también como una mejora del sistema inmune. Y los tratamientos para ralentizar el envejecimiento pueden considerarse medios para ampliar y mejorar los intervalos de salud o como intervenciones terapéuticas preventivas que reducen el riesgo de enfermedad o incapacidad.

Estos primeros escollos conceptuales han mostrado que *la propia definición de estado de salud es problemática*. Muchos atributos humanos tienen una curva de distribución normal (curva en campana). En relación con las capacidades cognitivas, dependiendo del punto de partida, una persona 'cognitivamente mejorada' podrá seguir por debajo del nivel medio de muchas que no han sido objeto de mejora, aun tratándose de personas con un bajo nivel cognitivo previo. Y tratamientos únicamente terapéuticos podrían convertir a una persona intelectualmente bien dotada en un genio, si actúan acertadamente para corregir alguna disfunción en circuitos neuronales implicados en tareas cognitivas de propósito general.

En el dominio cognitivo, no es sencillo identificar los factores que determinan que la capacidad de una persona sea patológica o normal y el significado o las implicaciones éticas de clasificar una intervención como *terapéutica* o *perfectiva*. Bostrom y Roache ilustran con acierto la escasa utilidad de estas categorías para toda una constelación de factores que se distribuyen normalmente en una población e influyen en capacidades cognitivas o u otras posibles candidatas para tratamientos de mejora. En ciertos contextos, 'enfermedad' o 'anomalía' no tienen correlatos naturales, y toda definición de la 'mejora' como perfeccionamiento adquirido por vías distintas a la curación de una enfermedad específica o lesión heredaría estos problemas asociados a la definición de patología.⁷⁶

Por otra parte, las capacidades humanas varían continuamente dentro de una población y para cada individuo a lo largo de su vida. Se incrementan en el proceso de maduración, y declinan con el envejecimiento. ¿Sería perfecta una intervención que devuelva a una persona de 80 años la misma energía física, la agudeza visual y los reflejos que tenía con 20?

¿Es relevante el carácter 'interno' de una intervención para que cuente como *mejora* o como *terapia*? La cirugía láser sirve de terapia correctora para la miopía y otros problemas de visión. Pero también las lentes de contacto, las gafas, el software que aumenta las fuentes de texto en pantalla y las personas entrenadas para auxiliar a otras en las tareas administrativas o elaboración de documentos. Si prescindimos de la exigencia de 'internalidad', todas las tecnologías y herramientas que pudiéramos manejar con acierto constituirían mejoras, puesto que amplían nuestro margen para alcanzar ciertos resultados de forma más rápida o eficiente que con cualquier otra alternativa. La exigencia de 'internalidad' parece inevitable si no queremos diluir el concepto de mejora en el de herramienta tecnológica, en general. Pero es compleja de articular y justificar.

Si asociamos problemas éticos específicos con la mejora, hay que explicar cómo el modo en que hemos definido la exigencia de internalidad captura algún elemento de significado normativo. Bostrom y Roache muestran con acierto que *el concepto de mejora no encaja en una categoría científica precisa*, y que aclarar la distinción entre terapia y mejora es un problema sólo para quienes sostienen que esta distinción tiene algún significado práctico o normativo. Los *bioconservadores* se enfrentan con poco éxito a estas dificultades cuando sostienen que la terapia

⁷⁶ Bostrom, Roache 2007:2.

es permisible y digna de apoyo financiero público, mientras que la mejora no. Pero a los *transhumanistas* [partidarios de la aplicación a humanos de técnicas perfectivas] no les afecta esta distinción *terapia-mejora*. Sostienen que *deberíamos desarrollar y poner a disposición opciones de mejora humana del mismo modo y por las mismas razones que intentamos desarrollar opciones para tratamientos médicos terapéuticos*: para proteger y expandir la vida, la salud, las capacidades cognitivas, el bienestar emocional y otros estados o atributos que los individuos pueden desear para mejorar sus vidas o reducir su vulnerabilidad.⁷⁷

b) Debate sobre la prolongación de la vida: La expectativa media de vida se ha triplicado para los humanos que viven en zonas desarrolladas en pocos miles de años, debido sobre todo a la acción de desarrollos tecnológicos y sociales, más que a cambios evolutivos en ningún rasgo de la biología humana. Las mejoras continuas en la atención sanitaria, la práctica de la medicina, la educación y la dieta han tenido una incidencia positiva en las expectativas de vida, con 2,5 años de esperanza de vida ganados por década en los países más desarrollados, durante los últimos 150 años. De seguirse este ritmo, en 6 décadas las mujeres habrán alcanzado los 100 años de promedio y no es descabellado pensar que muchas líneas de investigación se orienten a ralentizar o invertir algunos aspectos del envejecimiento humano, pues de lo contrario el daño celular acumulado harán inevitables las patologías y la muerte. La cura de enfermedades específicas sólo tendría un impacto limitado, porque la susceptibilidad a todo tipo de enfermedades se incrementa con la edad, y la senescencia nos hace a todos gradualmente más vulnerables. Por lo tanto, los tratamientos para combatir la senescencia no sólo darían más vida, sino una vida más sana y de calidad durante un intervalo mayor.

Parece poco razonable oponerse a estas tecnologías sólo porque una vida en principio casi eterna o sorprendentemente larga no tendría sentido, como algunos autores han objetado.⁷⁸ Lo tendría para el que esté dispuesto a emprenderla, y muchos seguramente desearían hacerlo. Además, esta objeción sería pertinente para otros proyectos vitales que, a ojos de muchos, tendrían poco o ningún sentido (la de un espectador permanente de TV, la de un video-jugador compulsivo o la de un oyente empedernido de reggaetón, p.ej.). Y, a efectos prácticos, sus proyectos vitales deberían ser considerados por terceros tan dignos como otros estilos de vida dedicados al enriquecimiento intelectual, social o cultural, pues no justificarían denegarles acceso a medicamentos vitales. Mientras no dañen a los demás, cada cual tiene derecho en una democracia liberal a desarrollar el estilo de vida que elija. Si se dispone de los medios y el resultado no es dañino para terceros, tendrían derecho a recurrir a tecnologías anti-envejecimiento.

Una expectativa de vida muy larga sería compatible con proyectos vitales que podrían integrar varios planes de vida ajustados hoy para un intervalo de 80 años. La ampliación del intervalo vital simplemente reajustaría las dimensiones de muchos proyectos: aprender varios instrumentos en lugar de uno, dominar varias lenguas importantes, cuidar de los biznietos o seguir la evolución socio-política mundial, entre otros. Una expectativa de vida inicial mucho más larga implicaría ajustar nuestras preferencias iniciales a objetivos más ambiciosos, duraderos, intelectualmente exigentes o complejos.

Quizás la objeción de más peso a la posibilidad de una vida indefinida sea la sobrepoblación, por el hecho de que más gente mayor supondría una carga financiera inaceptable sobre los más jóvenes. Pero este argumento podría dirigirse contra la propia medicina y todas las medidas de seguridad exigibles al conducir, consumir, practicar sexo o trabajar, que contribuyen decisivamente y en muchos aspectos a prolongar la vida. Instar a privarse de mejorar la expectativa de vida presionaría a favor de rebajar muchas de estas protecciones y medidas de seguridad omnipresentes.

⁷⁷ Ibid. p. 3.

⁷⁸ En particular Bernard Williams (1973): "The Makropulos Case: Reflections on the Tedium of Immortality", en *Problems of the Self*. Cambridge: Cambridge University Press (cit. por Bostrom y Roache, 2007:4).

En relación con los problemas asociados a una población envejecida, es muy probable que las intervenciones eficaces contra los mecanismos de envejecimiento aliviaran problemas como la carga excesiva de los mayores sobre la masa laboral y su dependencia total del estado para servicios básicos... La extensión de la vida mediante retraso o inversión de los procesos de envejecimiento incrementaría el intervalo de vida saludable, permitiendo a muchas personas mayores seguir contribuyendo económicamente a la sociedad después de los 65. Y sus años finales de dependencia y muerte podrían resultar para todos menos caros de lo que son hoy.

El problema de la sobrepoblación se debe no sólo a que viva más gente con edad avanzada, sino a que muchos de los que viven tienen más hijos a lo largo de su vida. Este crecimiento se ha ralentizado bastante durante las cinco últimas décadas en los países desarrollados (un 99% se concentra en los países en desarrollo). Se ha comprobado que la mejora de los estándares de vida y educación reduce las tasas de nacimiento, por lo que incidir en estas variables sería mucho más efectivo que limitar la aplicación de técnicas dirigidas a extender la vida, especialmente si estas sólo están disponibles en los países con menor natalidad. La extensión de la vida supondrá más hijos si también amplía el período en el que las mujeres pueden reproducirse. Pero el resultado es dudoso, porque desde los 90, cada vez son menos las mujeres que tienen su primer hijo en por debajo de los 30, y más las que los tienen después. Las mujeres que han recibido una buena formación tienden a posponer cada vez más el nacimiento de sus hijos. Si se ampliara el período de fertilidad, es muy probable que se posponga igualmente el momento en que deciden tenerlos.

En conclusión, las tecnologías de mejora anti-envejecimiento no plantearían dificultades insuperables. La investigación biogerontológica ha ayudado a prevenir muchas enfermedades asociadas al envejecimiento y a mejorar significativamente la calidad de vida de las personas mayores. El impacto económico global de esta población es considerado positivo por algunos economistas y contribuye a mejorar todos los estándares de vida al menos en los países desarrollados. Según Bostrom y Roache, prevalecen las razones para fomentar la investigación orientada a expandir la vida humana.⁷⁹

c) Mejora de capacidades físicas: Ejercicio, dieta sana, suplementos vitamínicos y nutricionales, fisioterapia y entrenamiento personalizado son algunos de los métodos más socorridos para mejorar capacidades físicas en aspectos como energía, fuerza, destreza, flexibilidad, coordinación, agilidad y forma física. Exigen tiempo, que muchos invierten porque desean mantener niveles mínimos de salud y forma física para contrarrestar el deterioro físico asociado con la edad. Pero no son asequibles para quienes están recuperándose de una lesión o enfermedad grave, por ejemplo. Disponer de técnicas médicas y farmacológicas que ayuden a mejorar las capacidades físicas de manera segura podría beneficiar a muchos que no pueden pasar horas en un gimnasio o ir a un fisioterapeuta. La mejora de la condición física sin esfuerzos desproporcionados también sería muy útil para los que practican algún deporte. Sin embargo, en el deporte profesional está mal visto el recurso a estas sustancias, incluso aunque fuesen seguras. Algunos autores consideran que lo importante en el deporte es la exhibición de potencial biológico, al margen de con qué sustancias se consigan.⁸⁰ Las autoridades deportivas sólo deberían prohibir sustancias que no son seguras, pues el acceso a todas las que podrían mejorar el rendimiento deportivo igualaría los términos de la competición, como lo hace el jugar en segmentos de edad o por sexos. En esta lógica, la valoración de la actividad deportiva dependerá mucho de cuáles sean las expectativas generales sobre el rendimiento físico o el potencial biológico de los contrincantes.

Pero si en el deporte todo estuviera permitido, valoraríamos tanto el rendimiento como la habilidad de un equipo para conseguir los mejores medios químicos o genéticos con los que

⁷⁹ Bostrom y Roache 2007:4-7.

⁸⁰ Savulescu J (2004): "Why We Should Allow Performance Enhancing Drugs in Sport". *British Journal of Sports Medicine*, vol. 38: 666-670.

incrementar su rendimiento frente a los rivales. Los fármacos aportan “ventajas posicionales”: sólo sirven si otros no los tienen. Permitirlos provocaría una ‘escalada’ donde el que no tiene acceso quedaría en desventaja. Favorecería a los equipos con más dinero y personal especializado en medicina o farmacología deportiva, o a los atletas más dispuestos a tomarlos para situarse mejor en el deporte profesional, aun a costa de sacrificar su salud a largo plazo. A pesar de que estas objeciones resultan consistentes, Bostrom y Roache mantienen una posición *agnóstica* –más bien frágil– sobre la autorización de fármacos potenciadores en el deporte, sujeta a factores como efectos secundarios, seguridad, interés de los espectadores, etc. Pero las actitudes sociales que predominan al respecto son inequívocas.⁸¹ Quizás el plantear el debate sobre la mejora física fuera del deporte profesional, sólo para aficionados que quieran mejorar su rendimiento, facilite un tratamiento más desapasionado.

Las mejoras más efectivas relativas al incremento de la fuerza y la energía se han conseguido hasta ahora con elementos externos (herramientas, máquinas), más que por modificaciones físicas internas, y hay muchas razones para pensar que así seguirá siendo en el futuro próximo, para reducir en lo posible el desgaste de los elementos mecánicos y estructurales del cuerpo humano. Pero es justo ante este tipo de cuestiones donde los interesados en el debate sobre la convergencia de tecnologías se llevan la impresión de que muchos partidarios parecen estar más interesados en desarrollar habilidades especulativas que en clarificar cuestiones que ayuden a diseñar políticas proactivas ante futuros problemas.

d) Mejora cognitiva: Se orienta a potenciar las capacidades que usamos para conseguir, procesar, almacenar y recuperar información. Puede hacerse mediante el lenguaje, la educación, el entrenamiento en técnicas psicológicas, con ayuda de sustancias estimulantes o con otros métodos. La adquisición de lenguaje y el acceso a la educación se consideran medios especialmente necesarios para desarrollar una vida mínimamente satisfactoria, e impedir el acceso a ellos se considera negligente. Dado el empeño que ponemos hoy en mejorar el rendimiento cognitivo de los hijos por múltiples medios, las oportunidades en esta dirección que ofrezcan las tecnologías convergentes serán muy probablemente bien recibidas.

En cuanto a los problemas éticos que plantean estas aplicaciones, el primero es el riesgo de escalada en su uso si se demuestran efectivas para mejorar la inteligencia, la atención y la memoria, en la medida que constituyen ejemplos típicos de *bienes posicionales*, que dan a sus beneficiarios ventaja sobre el resto para competir por plazas en la universidad y trabajos muy cualificados. Las mejoras de capacidades cognitivas pueden tener un valor instrumental intrínseco mayor que las mejoras de capacidades físicas, en la medida que pueden ayudar a resolver problemas sociales o políticos importantes y hacer aportaciones científicas cruciales para la salud humana, por ejemplo. Una mayor inteligencia a menudo se traduce en mayores ingresos, más salud y menos vulnerabilidad social o infortunios. Y las cualidades asociadas a ciertos tipos de inteligencia (capacidad de empatía, sensibilidad artística o literaria, creatividad, etc.) son importantes para la prosperidad humana. La aceptación de este tipo de mejoras dependerá de qué reglas imperen en el contexto educativo y en las pruebas de acceso a ciertos puestos de trabajo. Si no son accesibles para la mayoría, su uso resultará fraudulento. Pero si se trata de ofrecer a los estudiantes los mejores medios para incrementar su rendimiento y mejorar tanto sus oportunidades como las de la sociedad, entonces la mejora cognitiva por múltiples procedimientos podría integrarse en los servicios educativos. Algunas perspectivas verosímiles a corto plazo apuntan a conseguir mejoras moderadas en memoria, concentración y energía mental. La posibilidad de mejoras radicales queda para el horizonte a muy largo plazo, cargada de interrogantes sobre la ventaja que proporcionaría a algunos beneficiarios frente al resto, si los enriquecidos

⁸¹ La retirada de apoyo popular al ciclismo ha ido paralela a la sucesión de noticias sobre casos de dopaje, que han restado autenticidad a los triunfos conseguidos por equipos o corredores en el pasado. El tour ha perdido este año a patrocinadores como Discovery Channel, tras las noticias sobre el alcance del dopaje entre los equipos participantes.

cognitivamente deciden usar sus habilidades superiores para dominar y explotar a los no enriquecidos cognitivamente.

Aunque hay sobradas razones para descartar que puedan conseguirse por procedimientos genéticos que hagan estas mejoras hereditarias, algunos autores especulan con el surgimiento de una nueva especie, tras sucesivas generaciones, que podría amenazar a los humanos normales.⁸² Lo razonable, por ahora, es pensar que también en el futuro será mucho más fácil intentar corregir disfunciones claras en individuos con un bajo nivel de funcionamiento cognitivo que perfeccionar o potenciar un sistema neural bien calibrado y altamente eficiente de partida. Las aplicaciones correctoras tendrían un efecto igualatorio, acercando a los menos dotados a las capacidades naturales de los mejor dotados.

El riesgo de dividir a la humanidad en dos especies rivales parece remoto, pues la disponibilidad de múltiples opciones de mejora apuntaría a la formación de espectro amplio de individuos mejorados en diversos grados y para diferentes capacidades. Este nuevo espectro probablemente se supondría al ya existente de capacidades naturales adquiridas o desarrolladas por educación, experiencia, privilegios y ventajas situacionales específicas. De hecho, vivimos ya en sociedades radicalmente divididas en muchos aspectos básicos (hombres y mujeres, sanos y enfermos, educados y analfabetos) sin resultados que avalen el pronóstico de Silver. La tendencia en las sociedades plurales parece ser más bien la superposición de múltiples grupos con diferencias considerables, y no necesariamente de manera conflictiva.

Por último, es obligado contemplar la posibilidad de que en un contexto donde las tecnologías de mejora cognitiva estén ampliamente disponibles las personas con capacidades cognitivas inferiores a la media sean consideradas discapacitadas. Muchos tratamientos de mejora cognitiva terminarían equiparándose a otros médicamente indicados para corregir discapacidades, enfermedades comunes o limitaciones físicas significativas, incluso aunque se aconsejaran para personas incapaces de dar su consentimiento informado. Si resultan eficaces y seguras, favorecerían sus mejores intereses.⁸³

e) Control de calidad sobre la descendencia: Todos los partidarios de la ‘eugenesia liberal’ confían en que las tecnologías de mejora servirán para asegurar que las futuras generaciones estén genéticamente predisuestas a ser más inteligentes, sanas y felices que las precedentes. El medio más aceptado para conseguir estos fines es la libertad para elegir pareja sexual, algo que ciertamente determina la composición genética de los futuros niños. Otros recursos serían los suplementos de ácido fólico durante el embarazo, que aunque no afecten a la composición genética del hijo sí pueden afectar a la expresión epigenética de sus genes. Y vacunas contra la rubéola, para evitar riesgos de daño cerebral y otros problemas a la descendencia futura.

El diagnóstico genético preimplantatorio (DGP) es un método novedoso que permite conocer el sexo de un embrión y su predisposición a ciertas enfermedades hereditarias. La legislación de algunos países permite su uso en individuos con una historia familiar de enfermedades hereditarias, de modo que los embriones seleccionados para ser implantados como parte de un tratamiento FIV no porten el gen defectuoso. En Australia se permite el uso de DGP a parejas sin historial de enfermedades ligadas al sexo para elegir el sexo de su hijo. En el futuro, muchos autores especulan con la posibilidad de que pueda utilizarse para seleccionar embriones con perfiles genéticos asociados a mayor inteligencia, aptitudes deportivas, talento musical, altura superior a la normal, etc. Para algunos, estas aplicaciones abren la puerta al diseño de la descendencia según preferencias de los padres y a los bebés por catálogo. Pese a las inquietudes que pudiera suscitar el DGP, lo más probable es que este tipo de selección tenga efectos de mejora muy débiles porque el número de rasgos genéticos embrionarios entre los que una pareja pueda

⁸² Silver, 1998.

⁸³ Bostrom, Roache 2007: 14-18.

elegir será muy limitado, ya que la mayor parte de los rasgos interesantes son altamente poligénicos.

La forma más segura de perseguir fines perfectivos seguirá siendo procurar que los padres dieron origen a los embriones a implantar tengan las capacidades deseadas en un alto grado. El hecho es que pocas parejas priorizan objetivos eugenésicos frente a sus inclinaciones románticas, por lo que esta posibilidad estará más bien al alcance de parejas con problemas de fertilidad que dependen de donantes de gametos, y a los que se les da a elegir entre diversas fuentes de gametos. Está muy extendida la práctica de comprar gametos de donantes, especialmente donde no hay límite a la compensación económica que los/las donantes pueden recibir. Agencias y clínicas especializadas en conseguir gametos de donantes que responden a las características más demandadas por parejas o personas se lucran buscando gametos complementarios con cierto perfil, que usan en tratamientos FIV, maternidad subrogada o inseminación. Se cotizan en particular los ovocitos, por la complejidad y riesgos asociados al proceso de obtención.

La alternativa de manipular el material genético del embrión para asegurar la presencia o ausencia de ciertos rasgos en el niño se considera de alto riesgo, y normalmente sólo para tratar a niños o adultos con enfermedades o predisposiciones potencialmente mortales (terapia génica somática). No es verosímil a corto plazo el recurso a técnicas de intervención en línea germinal para modificar o seleccionar rasgos hereditarios no asociados a enfermedades.

El hecho de que el DGP y la FIV impliquen descartar embriones no debería ser un obstáculo insuperable, si tenemos en cuenta que prácticamente la mitad o más de los embriones producidos naturalmente son desechados en las primeras fases tras la fecundación. La manipulación genética de embriones no es segura por el momento y puede provocar efectos secundarios graves. Pero su aceptabilidad o rechazo no la determina el hecho de que provoque modificaciones irreversibles, pues existen infinidad de factores en el entorno fetal y familiar que terminan modelando de manera igualmente irreversible el sistema nervioso del niño. Incluso el aprendizaje del lenguaje es otro proceso que provoca cambios y modificaciones permanentes en el cerebro del niño.

Las objeciones de Habermas aduciendo los riesgos para la autonomía moral del futuro niño sugieren una concepción desenfocada de la autonomía.⁸⁴ Los factores genéticos, y otras muchas influencias, nos afectan en lo que somos capaces de conseguir en la vida al margen de que hayan sido seleccionados especialmente para nosotros. Un niño con genes elegidos no es menos autónomo ni menos libre que un niño nacido con cualquier constitución genética resultante de la concepción. Pero el que nace con mejoras derivadas de su manipulación genética, para tener más inteligencia o salud, es probable que disfrute de mayor autonomía (estaría mejor equipado para realizar sus planes), si realmente las técnicas son eficaces para tales fines. No es razonable que un adolescente con capacidades genéticamente mejoradas quiera arremeter contra sus padres por haber sido ‘diseñado’. Pese a todo, tendría medios para contrarrestar sus efectos de la intervención genética, bloqueando p.ej. el entrenamiento ambiental de esas capacidades.

Es un hecho que intentamos influir en los rasgos de nuestros hijos por muchas vías socialmente aceptadas (educación, lectura, deporte, juego, tareas que desarrollan su sentido de la disciplina y la responsabilidad...). Pero entre aceptar los hijos como llegan y verlos como objeto de nuestro diseño hay un enorme espacio para influir en ellos de forma respetuosa con sus intereses y su autonomía. En ese amplio margen situarían Bostrom y otros autores la posibilidad de asegurar que puedan tener ‘los genes que les ayuden en la vida’. Lo importante será asegurar que los rasgos seleccionados vayan en su mejor interés (que les hagan más inteligentes, sanos, socialmente hábiles, etc.). Y si la tecnología médica ofrece a los padres esta capacidad para de asegurar que sus hijos estén genéticamente dispuestos a tales rasgos, entonces es probable que no sólo sea deseable hacer uso de esta capacidad, sino una obligación moral.

⁸⁴ Habermas, 2003.

Según Bostrom y Roache (pero también Singer⁸⁵ y otros), si los padres pueden escoger entre dos embriones genéticamente idénticos, excepto en que uno está genéticamente mejor predispuesto para tener alta inteligencia que el otro, los padres estarían moralmente obligados a seleccionar ese, puesto que un niño más inteligente probablemente tenga una vida mejor que el menos inteligente, en idénticas circunstancias. Entre sus obligaciones figura el dotarles de mejores condiciones de partida, si está a su alcance.

Ni manipulación genética ni selección de embriones determinarán el tipo de personas que existirán, sino las capacidades que tendrá en función de su desarrollo. Permitir la implantación de un embrión con predisposición genética a una discapacidad, cuando la alternativa habría sido su no-existencia, no es lo mismo que manipular genéticamente un embrión para insertarle un gen asociado a alguna discapacidad (ceguera o sordera, p.ej.). En este caso, el manipulador se hace responsable de haber provocado un daño a terceros, cuando la alternativa podría haber sido una persona sana. A efectos morales, es distinto errar en el intento de seleccionar a la persona con mejores cualidades y provocar una discapacidad en el embrión seleccionado.

En cuanto a los criterios de elección de rasgos genéticos, es preciso tener en cuenta que ciertas elecciones éticamente inocuas para uno mismo (carrera a estudiar, someterse a cirugía estética o beber alcohol) pueden ser dañinas y moralmente inaceptables si se imponen a terceros, porque violan su autonomía. Pero no serían aplicables a entidades carentes de autonomía como los embriones, de los que se espera cualidades compatibles con sus intereses en sentido amplio, con el fin de dotarles de mejores oportunidades para la vida. El problema obvio es si la ingeniería genética constituye ahora y en el futuro el cauce más adecuado para perseguir de manera sensata estos fines. Por otra parte, rasgos que ahora podemos considerar útiles podrían dejar de serlo en el futuro o en contextos culturales diversos, pues están sujetos a fluctuaciones importantes. Difícilmente sería admisible que los padres se afanaran por dotar a sus hijos de rasgos triviales. En definitiva, eventuales modificaciones genéticas sólo tendrían sentido sobre rasgos de propósito general – inteligencia, salud– que previsiblemente puedan ser beneficiosos al margen de las preferencias cambiantes en valores y normas sociales.

Las medidas eugenésicas no tienen por qué ser coercitivas, como prueban los programas estatales de eugenesia para eliminar la talasemia en Chipre. A los padres se les ofrecen pruebas genéticas, pero son libres de elegir reproducirse. Y tienen la posibilidad de recurrir al aborto si el test prenatal da positivo en la predisposición del feto a la enfermedad. Precisamente por estas razones cabe preguntarse si el recurso a técnicas de mejora genética eficaces y seguras podría quedar como una opción totalmente libre de los padres. Los planteamientos de Bostrom y Roache en este sentido están muy poco elaborados.⁸⁶ El mejor tratamiento de la consideración que merecerían las técnicas genéticas si fuesen útiles y seguras para mejorar las características de la descendencia lo ofrece Dov Fox.

10. Dov Fox: ¿Hacia una eugenesia liberal coercitiva?

La lógica de la eugenesia liberal parece apuntar a un escenario ideal de control genético donde las decisiones sobre qué tipo de personas producir queden en manos de los padres, sin intervención alguna de los gobiernos. Pero Dov Fox sostiene que la eugenesia liberal no puede justificarse sobre la base de la teoría liberal. Introduce la teoría alternativa de los *bienes sociales primarios*, de Rawls, en una versión que él llama de los *bienes naturales primarios*, referidos a las capacidades y disposiciones mentales o físicas hereditarias que pueden ser consideradas valiosas para un amplio espectro de proyectos y metas en la vida. Su conclusión es que las biotecnologías genéticas para la selección y manipulación de embriones, usadas con el objetivo de dotar a la descendencia de rasgos mejorados de propósito general, son cualquier cosa menos el tipo de prácticas reproductivas y de crianza que un gobierno liberal dejaría a la discreción de los padres.

⁸⁵ Singer, 2003.

⁸⁶ Bostrom y Roache 2007: 18-25.

Encajan más bien en el perfil de otras prácticas que los estados suelen hacer obligatorias. Si el objetivo de desarrollar la autonomía de los ciudadanos justifica que el estado exija prácticas como la escolarización, educación y atención sanitaria básica de los niños, el mismo objetivo o idénticos intereses serían importantes para exigir obligatoriamente prácticas genéticas seguras, efectivas y funcionalmente integradas que incidan sobre los mismos rasgos de propósito general, tales como la resistencia a enfermedades o la mejora cognitiva. En opinión de Fox, los casos de eugenesia liberal obligatoria implican una contradicción o *reducción al absurdo* contra la teoría liberal.

El aspecto clave en la eugenesia liberal consiste en transferir las riendas del control genético de la ideología estatal a la libre elección de los padres. Se trata de un ideal de control genético en contexto de libre-mercado, orientado a una procreación selectiva que permite, a quien lo desee y tenga la capacidad, ofrecer servicios genéticos a quien los quiera contratar en los términos que se les ofrezcan. La idea de que los padres puedan elegir libremente el ADN de sus futuros ha sido propuesta por muchos autores –y en contextos no sólo académicos– en los últimos 30 años (Joseph Fletcher, John Harris, Philip Kitcher, Glenn McGee, Ramez Naam, Gregory Pence, John Robertson, Lee Silver, Gregory Stock y Peter Sloterdijk, entre otros). Aunque pocos utilizan el término ‘eugenesia liberal’, todos suscriben el postulado central de que *es moralmente permisible que los padres elijan los factores hereditarios que pueden contribuir al desarrollo de rasgos particulares en su descendencia, sea seleccionando características que ellos consideran deseables, o evitando las que estiman indeseables*.

La eugenesia liberal se justifica como una extensión de las libertades reproductivas básicas. La libertad de procreación restringe el alcance del poder del estado en las decisiones de los padres sobre el número, temporalización y calidad de su descendencia. Este derecho, entendido tradicionalmente como un derecho negativo para evitar nacimientos, es aplicado por los eugenistas liberales de manera positiva y ampara la libertad de elegir el tipo de niño que los padres quieran, incluyendo las decisiones sobre selección genética (siempre y cuando los padres puedan afrontar el coste de estas decisiones y con ellas no causen un daño sustancial a los intereses materiales de terceros. El derecho reproductivo de las mujeres a escoger al padre de sus hijos, con sus características asociadas, ampararía el poder elegir características similares para sus hijos a partir de un catálogo.⁸⁷

Otro modo de justificar la eugenesia liberal es por analogía con las prácticas de cuidado y crianza de niños comúnmente aceptadas. La objeción típica a las intervenciones genéticas suele basarse en la incertidumbre científica sobre los riesgos médicos del procedimiento para la mujer o el feto. Pero los partidarios de la eugenesia liberal son optimistas pragmáticos convencidos, y consideran los temores empíricos sobre seguridad, eficacia y precisión meras objeciones transitorias, circunstanciales, que los avances científicos podrán minimizar con el tiempo o desvanecerse ante cuestiones más interesantes que debatir.

Según Fox, los eugenistas liberales aciertan al criticar distinciones poco afortunadas entre naturaleza y cultura o entre innato y adquirido, sobre todo la idea de que las influencias ambientales son reversibles y las modificaciones genéticas son permanentes. Los niños desarrollan su potencial mediante una robusta interacción entre herencia-entorno. Las modificaciones en el ADN no tienen por qué dar como resultado personas diferentes (pueden tratarse de rasgos superficiales como el color de ojos, p.ej.). Y las prácticas tradicionales que inciden en el entorno pueden no limitarse a cambios superficiales en un niño, como sería el efecto de la socialización temprana para el desarrollo de habilidades cognitivas y emocionales. Ni siquiera la reversibilidad de las intervenciones sería decisiva: lo moralmente relevante sería qué tipo de rasgos desean fomentar los padres.

Fox detecta que, en las equiparaciones habituales entre crianza y tecnologías genéticas, los autores suelen pasar por alto el hecho de que los padres no tienen libertad para aplicar a discreción todo tipo de prácticas de crianza (el abuso y el abandono, p.ej.). Y es obligatorio que eduquen y presten atención sanitaria a los hijos. En consecuencia, Fox duda de que las técnicas de ingeniería

⁸⁷ Fox, 2007:1-5.

genética puedan ser el tipo de práctica que los liberales dejarían a la decisión privada de los padres, porque se parece más a otras prohibidas o exigidas por ley.

Por otra parte, el liberalismo en que se inspiran los eugenistas liberales mantiene un *sutil compromiso perfeccionista con el valor de la autonomía*, pues exige igual respeto para las personas como entidades libres e independientes, capaces de elegir sus propios valores y fines, de manera consistente con libertades similares para los demás. La noción de autonomía implicada se concreta en la capacidad de un individuo para tomar decisiones genuinas entre un rango significativo de planes de vida posibles. Para los liberales, la autonomía es un bien constitutivo porque deja a los individuos libertad para seguir sus planes en la vida y fomenta un clima de prosperidad social caracterizado por la diversidad y el pluralismo en valores.

Este compromiso liberal con la autonomía es lo que justifica la educación obligatoria, como medio para garantizar igual libertad individual en las negociaciones políticas. El paternalismo estatal sólo se justifica si (a) el individuo a quien se aplica no está en condiciones de elegir libremente cuando debe hacerlo; y (b) se puede esperar razonablemente que ganaría autonomía y estaría agradecido al estado por haber actuado en su representación. Una atribución de consentimiento informado hipotético es lo que valida las acciones paternalistas de las instituciones sanitarias hacia adultos inconscientes, comatosos o deficientes mentales, que no son competentes para tomar decisiones por sí mismos. Los niños estarían en este estado de ‘demencia precoz’, en el que no tienen establecidas las preferencias e intereses esenciales para un marco discernible e independiente de acción en su beneficio. Eso explica que los estados liberales actuales practiquen un amplio paternalismo con los niños, denegándoles libertades (de expresión, religión, asociación, privacidad, participación democrática, propiedad) que garantiza a los adultos; y les obliga a procedimientos (vacunas, inmunizaciones, atención dental, escolarización primaria...) de los que los adultos están exentos.

Fox señala dos condiciones para justificar este paternalismo. Una es la presunción de la *facultad* de autonomía, ligada a recursos internos (conocimiento, experiencia, independencia emocional, habilidades para el razonamiento crítico y todas las que hacen posible la libre elección) y dependiente de la edad. Y otra es la *ausencia de obstáculos* o *capacidad* para ejercer la autonomía. La facultad es una precondition de la capacidad para ejercerla (sin obstáculos externos, coacciones, manipulación o limitaciones de recursos). Sólo quien tiene la facultad para la autonomía puede disfrutar la capacidad para ejercerla. Los niños normalmente no tienen la facultad, por lo que no pueden tener la capacidad. La función del estado no se limita a eliminar los obstáculos para ejercer la capacidad de la autonomía. Los estados liberales obligan a prácticas que mejoran en general los recursos considerados *de propósito general* para la vida de los niños, en un sentido equivalente a lo que Rawls llama ‘bienes sociales primarios’ (*social primary goods*), porque resultan beneficiosos casi para cualquier plan de vida que la gente pueda elegir. Igual que la crianza y la educación básica desarrollan rasgos de propósito general en la descendencia, también pueden hacerlo otras muchas habilidades sociales, conductuales, psicológicas e intelectuales.

Autores como Buchanan *et al.* y Allhoff sostienen que existen bienes genéticos, al menos mínimamente útiles para la consecución de todos los planes de vida (una alternativa a los bienes sociales primarios de Rawls).⁸⁸ Estos bienes naturales primarios consisten en capacidades mentales y físicas hereditarias apreciadas para un amplio rango de planes de vida, diversos y viables.⁸⁹ Fox amplía la lista de bienes primarios e incluye ausencia de discapacidad, resistencia a las enfermedades, movilidad física y coordinación, percepción visual y auditiva, memoria a corto y largo plazo, razonamiento verbal y espacial, capacidad cognitiva general y ciertas conductas características (reflexividad, control de impulsos, búsqueda de novedad, capacidad de adaptarse a la adversidad...). Valdrían para cualquier plan de vida. Los principios morales que descansan sobre este tipo de bienes no asumen aspectos controvertidos que impliquen convicciones morales

⁸⁸ Buchanan et al., 2000; Allhoff, 2005.

⁸⁹ Buchanan et al., 2000:174.

sobre planes de vida valiosos, o más valiosos que otros. Los bienes naturales primarios incorporan un elemento perfeccionista, en la medida que favorecen vidas en las que es posible elegir entre un rango significativamente amplio de proyectos vitales. El estado puede fomentar la autonomía en estos aspectos sin menoscabar su autonomía o el pluralismo sobre un marco de neutralidad minimalista.⁹⁰ Privar de alguno de estos bienes naturales no hace la autonomía imposible, pero reduce significativamente el tipo de opciones que los individuos pueden tomar en sus planes vitales. Los bienes naturales primarios pueden distinguirse en este sentido de los bienes naturales no primarios, es decir, de rasgos influidos genéticamente que pueden ser ventajosos o incluso indispensables para algunos de los destinos que el niño pueda escoger, pero no para otros (sexo y altura, sociabilidad y timbre de voz, lealtad y generosidad, color de la piel, orientación sexual, etc. serían bienes no primarios).

La relación entre autonomía y consentimiento hipotético explica, según Fox, por qué los liberales están comprometidos con la mejora genética de los bienes naturales primarios como con una obligación moral. Igual que la educación mejora a todos, también la mejora genética iría en beneficio de cualquier embrión. Podría suceder incluso que la mejora cognitiva de propósito general por ingeniería genética tuviese más eficacia que la educación aplicada convencional. Cualquier mejora orientada a ampliar la autonomía del futuro individuo tendría que ser defendible para cualquier vida prenatal, sobre la base de darles idénticas oportunidades.

Los argumentos de Fox contra la eugenesia liberal resultan convincentes: si el estado liberal exige a los padres mejorar la resistencia de sus hijos a las enfermedades mediante vacunas obligatorias y obliga a mejorar varias habilidades sociales, cognitivas e intelectuales a través de la escolarización básica, también el estado debería obligar a intervenciones genéticas que de manera segura contribuyan a mejorar o enriquecer los bienes naturales primarios equiparables en embriones. Presuponer el consentimiento informado hipotético a las vidas prenatales para la mejora de bienes naturales primarios proporciona a Fox una teoría alternativa a la eugenesia liberal, simplemente mediante el desarrollo del estatus moral de las prácticas de crianza dentro del marco liberal. Fox la llama *Teoría liberal de la mejora de la descendencia*,⁹¹ y se caracteriza por dos principios:

(1) Los padres están moralmente obligados a realizar las prácticas seguras y efectivas que mejoren los bienes naturales primarios, sin distorsionar o disminuir otras capacidades y disposiciones apreciadas.

(2) A los padres se les permite moralmente decidir si proporcionan a sus hijos mejoras para bienes naturales no primarios, mientras tales decisiones no dañen a la descendencia o perjudiquen a otros, ni menoscaben ningún otro bien público importante.

El primero distingue a la *teoría liberal de la mejora de la descendencia* de la eugenesia liberal, convirtiendo la mejora de los bienes naturales primarios en moralmente obligatoria. En la medida que las prácticas para mejorar los bienes naturales primarios sean seguras, eficaces y estén funcionalmente integradas con otros rasgos valiosos, el primer principio requiere que los padres apliquen a su descendencia las prácticas disponibles, sean genéticas u otras, que mejoren rasgos presumiblemente beneficiosos para propósitos generales (memoria, percepción visual y funcionamiento cognitivo general) o proporcionen resistencia contra rasgos perjudiciales casi de propósito general (ceguera, discapacidades severas); y se abstengan de aplicar a la descendencia técnicas para introducir rasgos de propósito general reconocidamente dañinos. El primer principio haría moralmente exigible la terapia génica (devolver a un estado de salud a una descendencia predispuesta a enfermedades o discapacidades) pero ampara también los tratamientos perfectivos (mejorar los talentos y capacidades más allá del funcionamiento normal del cuerpo y la mente).

El segundo principio convierte la mejora de los bienes naturales no primarios en moralmente permisible. Por tanto, el estado liberal no puede usar medios coercitivos para obligar

⁹⁰ Fox, 2007: 11-13.

⁹¹ Fox, 2007: 13-17.

a los padres o a terceros a aplicar a sus hijos técnicas genéticas que mejoren rasgos no de propósito general como altura o timbre de voz. Estos rasgos quedarían a la libre elección de los padres, a menos que supusieran daños para otros o lesionaran bienes públicos importantes.⁹²

Aunque el objetivo de Fox es más normativo que legislativo, el equiparar las intervenciones genéticas a prácticas legalmente exigidas como educación y atención sanitaria sirve para aportar claridad al debate. Su propósito no es abogar por políticas que regulen las prácticas genéticas obligatorias. Y las objeciones de tipo ético contra estas prácticas no son insuperables, como se ha señalado. La *teoría liberal de la mejora de la descendencia* confiere a los padres una libertad considerable, pero no ilimitada, para modelar el futuro de sus hijos. Ni la intimidad ni la autonomía hacen a la familia inmune a las intervenciones del estado. Un estado liberal no somete del todo los hijos a sus padres. El liberalismo exige atención sanitaria básica y escolarización, y en la misma medida debería exigir mejora genética de los bienes naturales primarios para los embriones, estén o no de acuerdo los padres. Para respetar la autonomía de los hijos, los liberales deben vulnerar las decisiones paternas que pudieran obstruirla.

Si el compromiso del estado liberal con la autonomía de la descendencia es lo bastante importante como para exigir los métodos convencionales de mejora de los bienes naturales primarios incidiendo en el entorno, entonces el mismo interés justifica que el estado exija mejoras genéticas para ampliar los mismos bienes que fortalecen la autonomía. Ninguna de las objeciones basada en los derechos de los padres, de los niños, la tiranía del gobierno o la tiranía social es una objeción decisiva contra la *teoría liberal de la mejora de la descendencia* que propone Fox.

Ningún eugenista verdaderamente liberal dejaría a los padres decidir si mejoran o no los bienes naturales primarios de la descendencia; convertiría estas prácticas en asunto público y obligación colectiva, por lo que Fox considera la eugenesia liberal una traición a la filosofía liberal. La eugenesia coercitiva sería vista por muchos liberales como una consecuencia inaceptable. Pero la ética de la mejora requiere un vocabulario moral mucho más rico que el que permite el liberalismo. El lenguaje de la libertad, igualdad y justicia no puede expresar convicciones profundas sobre el horizonte y el potencial de una modificación genética segura y efectiva. Fox expone una paradoja más profunda en las teorías liberales de la justificación, que convierten al liberalismo en un marco empobrecido a partir del cual considerar qué tipo de mundo biotecnológicamente avanzado es el que vamos a dejarle a las futuras generaciones.

Las posibles objeciones de fondo contra su propuesta proceden de las limitaciones epistemológicas inherentes a cualquier proyecto orientado a conseguir mejoras en capacidades de propósito general en la descendencia mediante técnicas de ingeniería genética, debido a la precariedad de las posibles asociaciones imaginables entre genes y rasgos complejos de propósito general, como hemos mostrado. Es en este punto donde Fox y todos los autores afines al programa de eugenesia liberal se ven transportados demasiado lejos y mal pertrechados por su excesivo optimismo pragmático. Por otra parte, Fox anticipa muchas de las consecuencias que tendría la aplicación de las biotecnologías en un marco regulador sustentado en los derechos y el bienestar de la descendencia, donde las argumentaciones morales vienen en gran parte determinadas por el potencial, la eficacia y la seguridad de las técnicas empleadas, sean estas ambientales o genéticas.

11. Exigencias de racionalidad y rigor en los debates sobre prospectiva tecnológica

El principal riesgo de las especulaciones poco disciplinadas sobre eventuales aplicaciones de las biotecnologías reproductivas y la ingeniería genética tiene que ver con el fomento de una percepción pública distorsionada, alimentada por mensajes alarmistas y poco rigurosos. Tienden a proponer escenarios de posibilidades imaginarias pero inquietantes, plausibles más por combinación de géneros cinematográficos de terror y ciencia-ficción que por una evolución coherente de su actual desarrollo. Este tipo de distorsiones ahuyentan la racionalidad y el equilibrio en los debates, y pueden presionar a favor de políticas de ciencia y tecnología muy

⁹² Fox, *ibid.*

restrictivas para productos, servicios o tratamientos de gran potencial clínico, social y económico. En ciertos aspectos pueden alimentar un contexto de opiniones, debates y cultura o mitología popular similar al que hizo proliferar los primeros movimientos eugenésicos en los años veinte, incluyendo reacciones muy polarizadas.⁹³

Los estudios recientes de percepción pública de la ciencia han puesto de manifiesto la importancia de los elementos ideológicos, emocionales y simbólicos en la evaluación de tecnologías.⁹⁴ De forma reiterada muestran la escasez de información cualificada con que los ciudadanos reciben las nuevas noticias sobre desarrollos científico-tecnológicos y generan algún tipo de opinión particular sobre sus implicaciones. En la mayoría de los casos, se limitan a responder que “han oído hablar del tema”, y en la práctica carecen del conocimiento básico que permitiría apreciación de detalles y matices para una evaluación ponderada.⁹⁵

Los debates sobre convergencia de tecnologías a menudo descansan en apreciaciones sumamente ligeras e indisciplinadas de los problemas, con presupuestos muy simplificadores sobre el potencial de las tecnologías en desarrollo. Pero si algunos de sus mensajes pasan al circuito de la opinión pública filtrados bajo criterios de noticiabilidad habituales, es muy probable que terminen fomentando inquietudes y miedos indiscriminados hacia las biotecnologías en su conjunto o hacia líneas concretas de investigación, con repercusiones indeseables en las políticas de ciencia y tecnología. En este sentido, se echan en falta en los debates sobre tecnologías convergentes aportaciones sustanciales de los estudios recientes sobre comunicación social de la ciencia.

12. Perspectivas en evolución humana

Autores como Gunther Stent sostienen que el descubrimiento de cómo manipular el ADN marca el fin de la evolución económica y social.⁹⁶ Pronostican incluso que la raza humana se dividirá en dos subespecies dentro de 100.000 años, tal como predijo H.G. Wells.⁹⁷ Otros autores, en particular Lee Silver y Oliver Curry –teórico de la evolución en la *London School of Economics*–, pronostican que tal división será entre una élite o clase alta genética y una clase baja poco inteligente. Incluso se atreven a situar el apogeo de la raza humana en torno al año 3.000, antes de que inicie su declive por una excesiva dependencia tecnológica.

Curry cree que los humanos se volverán más selectivos al elegir pareja sexual, agravando la división. Los descendientes de la clase alta genética serán altos, delgados, sanos, atractivos, inteligentes y creativos, muy distintos a la subclase humana, donde predominarán los torpes y feos, con apariencia de duendes. El resultado lógico será una diferenciación entre especies humanas ‘esbeltas’ y ‘chatas’, similar a los Eloi y los Morlocks en el mundo la novela de H.G. Wells, *La Máquina del Tiempo* (1895).

En el futuro cercano (dentro de unos 1.000 años), Curry pronostica que los humanos se convertirán en gigantes de más de dos metros de alto mientras que la expectativa de vida aumentará a 120 años. La apariencia física será saludable, atlética y juvenil, y la fertilidad mejorará. Los hombres desarrollarán facciones simétricas, tendrán aspecto atlético y mandíbulas más cuadradas, junto con voces más profundas y penes más grandes. Las mujeres tendrán una piel más clara, suave y sin vello, ojos grandes y claros, cabello brillante, pechos más pronunciados y

⁹³ <http://geneticsandsociety.org/article.php?id=436>.

⁹⁴ Gaskell G et al., 2006; INRA (Europe) - ECOSA (2000). *The Europeans and Biotechnology*. Eurobarometer 52.1. European Commission. (<http://europa.eu.int/comm/research/pdf/eurobarometer-en.pdf>); Quintanilla et al., 2005; Gaskell G, Allun N, Stares S. (2003): *Europeans and Biotechnology in 2002* - Eurobarometer 58.0; Fundación BBVA (2003): *Encuesta Europea de la Fundación BBVA sobre Biotecnología* (http://w3.grupobbva.com/TLFB/dat/tlfb_valores_presentacion_biotech_jul03.ppt).

⁹⁵ En relación con los alimentos transgénicos, p.ej., prácticamente la mitad de los encuestados estaban de acuerdo con la afirmación de que ‘los tomates transgénicos tienen genes, mientras que los normales no’ (Fundación BBVA, *ibid.*).

⁹⁶ Stent, 1969.

⁹⁷ Cfr. http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk_news/6057734.stm

facciones más simétricas. En general, las diferencias raciales se anularán por la mezcla de razas, produciendo una raza uniforme de personas de tonos café.

Pero considera que dentro de 10.000 años los humanos pagarán un precio genético por su alta dependencia de la tecnología. Podrían perderse aptitudes sociales y emocionales básicas, y sus barbillas se contraerán por tener que masticar menos al consumir comida procesada. Habrá más problemas de salud debido a la dependencia de la medicina, que debilitará los sistemas inmunológicos. La prevención de muertes tempranas contribuirá a preservar los defectos genéticos que provocan cáncer y otras muchas enfermedades. Aunque la ciencia y la tecnología tienen el potencial de crear un hábitat ideal para la humanidad en el próximo milenio, existe la posibilidad de una monumental *resaca genética* en ese periodo por una dependencia excesiva de la tecnología, reduciendo su capacidad para luchar contra las enfermedades y nuestra habilidad evolutiva para llevarnos bien con los demás.

Son arriesgadas todas las especulaciones sobre el futuro de la evolución humana (y las de Curry en particular, por el detalle y concreción de sus pronósticos a tan largo plazo). Pero podemos considerar una tendencia constante en nuestro pasado evolutivo el recurso sistemático a las tecnologías disponibles con la finalidad de reducir la vulnerabilidad humana. Pese a los avances espectaculares durante el último siglo en esta dirección, no es previsible que la ingeniería genética, las biotecnologías reproductivas o la convergencia de las tecnologías más dinámicas puedan suplir la eficacia evolutiva y social que han tenido los programas de salud pública y la cooperación internacional para reducir el sufrimiento humano.

Los sistemas de salud pública con una amplia cartera de servicios han sido, hasta ahora, los instrumentos más eficaces para aumentar la calidad y esperanza de vida colectiva y mejorar todas las capacidades de propósito general que los seres humanos necesitan para desarrollar su autonomía. Sería un inmenso error esperar de algunas tecnologías genéticas el potencial de mejora humana (no creo que pueda equipararse a ‘progreso evolutivo’) que tradicionalmente solíamos situar en el nivel de los compromisos políticos con derechos y valores universalizables. Parece poco razonable esperar del acceso a tecnologías aisladas o convergentes, en contexto de libre mercado, saltos evolutivos cualitativamente superiores al desarrollo de una sociedad justa capaz de fomentar capacidades y dispensar bienes públicos globales (acceso a la salud, aire puro, agua, educación, empleo y trabajo, un sistema económico mundial abierto e inclusivo...). Estos objetivos de mejora apuntan más bien hacia un orden legal internacional enraizado en valores compartidos y comprometido con la reducción de la vulnerabilidad humana y la sostenibilidad a escala mundial, que excede con mucho el potencial de los logros científicos y de sus aplicaciones.

Bibliografía:

- Agar N (2004): *Liberal Eugenics: In Defence of Human Enhancement*. Oxford, UK: Blackwell (esp. cap. “A pragmatic optimism about enhancement technologies”).
- _____ (1998): ‘Liberal Eugenics’. *Public Affairs Quarterly*, vol. 12 (2):137–153.
- Allhoff F (2005): ‘Germ-Line Genetic Enhancements and Rawlsian Primary Goods,’ *Kennedy Institute of Ethics Journal*, vol. 15(1):39–56.
- Anway MD, Skinner MK (2006): "Epigenetic Transgenerational Actions of Endocrine Disruptors". *Endocrinology* 147(6), (Suppl.):S43–S49.
- Bainbridge WS (2006): "Transformative Concepts in Scientific Convergence". *Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol. 1093 [*Progress in Convergence: Technologies for Human Wellbeing*]: 24-45.
- Bainbridge WS (2004): "Early Convergence Research and Education Supported by the National Science Foundation". *Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol. 1013 [*The Coevolution of Human Potential and Converging Technologies*]: 234-258.
- Bainbridge WS, Roco MC (2006): "Reality of Rapid Convergence". *Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol. 1093, [*Progress in Convergence: Technologies for Human Wellbeing*]: ix-xiv.

- Baoutina A, Alexander IE, Rasko JE, Emslie KR (2007): "Potential Use of Gene Transfer in Athletic Performance Enhancement". *Molecular Therapy*, Aug. (doi:10.1038/sj.mt.6300278).
- Baum M (2006): "Pre-implantation genetic diagnosis (PGD): The spectre of eugenics or a 'no brainer'". *International Journal of Surgery* [Editorial], vol. 4, 144-145.
- Bell D (2006): "Beware of false prophets: biology, human nature and the future of International Relations theory". *International Affairs*, Vol. 82 (3): 493-510.
- Berelson B (1990): "The Great Debate on Population Policy: An Instructive Entertainment". *International Family Planning Perspectives*, vol. 16(4): 126-138.
- Best R, Khushf G, Wilson R (2006): "A Sympathetic but Critical Assessment of Nanotechnology Initiatives". *The Journal of Law, Medicine & Ethics*, Vol. 34(4): 655-657.
- Bond PJ (2004): "Vision for Converging Technologies and Future Society". *Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol. 1013 [*The Coevolution of Human Potential and Converging Technologies*]: 17-24.
- Gordijn B (2006): "Converging NBIC Technologies for Improving Human Performance: A Critical Assessment of the Novelty and the Prospects of the Project". *Journal of Law, Medicine & Ethics*, Vol. 34(4):726-732.
- Bostrom N (2005): "In Defence of Posthuman Dignity". *Bioethics*, 19(3): 202-214.
- Bostrom N, Roache R (2007): "Ethical Issues in Human Enhancement". <http://www.nickbostrom.com/ethics/human-enhancement.pdf>.
- Bostrom N, Sandberg A (2007): "The Wisdom of Nature: An Evolutionary Heuristic for Human Enhancement". <http://www.nickbostrom.com/evolution.pdf>
- _____ (2006): "Cognitive Enhancement: Methods, Ethics, Regulatory Challenges". <http://www.nickbostrom.com/cognitive.pdf>.
- Brock DW (2005): "Shaping Future Children: Parental Rights and Societal Interests". *The Journal of Political Philosophy*, vol. 13(4):377-398.
- Buchanan A, Brock DW, Daniels N, Wikler D (2001): *From Chance to Choice*. Cambridge: Cambridge University Press (Trad. esp.: *Genética y justicia*. Madrid, Cambridge University Press, 2002).
- Bushman FD (2007): "Retroviral integration and human gene therapy". *J Clin Invest*. 117(8):2083-6.
- Butcher J (2003): "Cognitive enhancement raises ethical concerns. Academics urge pre-emptive debate on neurotechnologies". *Lancet*, vol. 362(9378):132-3.
- Cameron NM de S (2006): "Nanotechnology and the Human Future. Policy, Ethics, and Risk". *Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol. 1093 [*Progress in Convergence: Technologies for Human Wellbeing*]: 280-300.
- Camps V (2002): "¿Qué hay de malo en la eugenesia?". *Isegoría*, 27:55-71.
- Canton J (2004): "Designing The Future: NBIC Technologies and Human Performance Enhancement". *Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol. 1013 [*The Coevolution of Human Potential and Converging Technologies*]: 186-198.
- CGPJ [Consejo General del Poder Judicial], (2007): *Legislación sobre reproducción asistida*. Colección Cuadernos de Derecho Judicial, XI.
- Cho KH et al. (2007): "Reverse engineering of gene regulatory networks". *IET Systems Biology*, Vol. 1(3):149-163.
- Clisham M (2005): "Reviews in Medical Ethics. Refining Humanity: A Review of The Coevolution of Human Potential and Converging Technologies". *The Journal of Law, Medicine & Ethics*, Vol. 33(2): 380-383.
- Cortina A (2003): "Eugenesia y justicia social". *El País*, 28/01/2003.
- Cutfield WS (2007): "Could Epigenetics Play a Role in the Developmental Origins of Health and Disease?". *Pediatric Research*, vol. 61(5, Part 2) Supplement: 68R-75R.
- Davenport ChB (1911): *Heredity in Relation to Eugenics*. New York, Henry Holt & Co.
- Devaskar ShU, Raychaudhuri S (2007): "Epigenetics - A Science of Heritable Biological Adaptation". *Pediatric Research*, Vol. 61(5, Part 2), Suppl: 1R-4R.
- Devlin B et al. (1997): *Intelligence, Genes, and Success: Scientists Respond to The Bell Curve*. Copernicus Books.

- Dolinoy DC (2007): "Metastable Epialleles, Imprinting, and the Fetal Origins of Adult Diseases". *Pediatric Research*, vol. 61(5, Part 2), Suppl:30R-37R.
- Egger G, Liang GN, Aparicio A, Jones PA (2004): "Epigenetics in human disease and prospects for epigenetic therapy". *Nature* 429(6990):457-463.
- Eibl-Eibesfeldt I (1993): *Biología del comportamiento humano. Manual de etología humana*. Madrid, Alianza.
- Ehrlich P (1966): *The Population Bomb*. New York: Ballantine.
- Farah MJ (2004): "Bioethical Issues in the Cognitive Neurosciences". In: Gazzaniga MS, ed. *The Cognitive Neurosciences III*. MIT Press, Cambridge, MA, pp. 1309-1319.
- Farah MJ et al. (2004): "Neurocognitive enhancement: what can we do and what should we do?" *Nature Reviews Neuroscience*, vol. 5(5):421-425.
- Fletcher J (1974): *The Ethics of Genetic Control: Ending Reproductive Roulette*. Doubleday.
- Fischer CS et al. (1996): *Inequality by Design: Cracking the Bell Curve Myth*. Princeton University Press.
- Fox D (2007): The illiberality of 'liberal eugenics'. *Ratio*, Vol. 20(1): 1-25.
- García Y (2004): *Reproducción humana asistida*. Ed. Comares, Granada.
- Gaskell G et al (2006): *Europeans and Biotechnology in 2005: Patterns and Trends* (Eurobarometer 64.3). (http://www.ec.europa.eu/research/press/2006/pdf/pr1906_eb_64_3_final_report-may2006_en.pdf).
- Gerodetti N (2006): "From Science to Social Technology: Eugenics and Politics in Twentieth-Century Switzerland". *Social Politics*, 13 (1): 59-88.
- Glover J (2006): *Choosing Children: The Ethical Dilemmas of Genetic Intervention*. Oxford Univ. Press.
- Goding SR et al (2007): "Cytokine Gene Therapy Using Adenovirally Transduced, Tumor-Seeking Activated Natural Killer Cells". *Hum Gene Ther*. 18:701-711.
- Godfrey KM et al (2007): "Epigenetic mechanisms and the mismatch concept of the developmental origins of health and disease". *Pediatric Research*, vol. 61(5, Pt 2):5R-10R.
- Golledge RG (2004): "Multidisciplinary Opportunities and Challenges in NBIC". *Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol. 1013 [*The Coevolution of Human Potential and Converging Technologies*]: 199-211.
- Gordijn B (2006): "Converging NBIC Technologies for Improving Human Performance: A Critical Assessment of the Novelty and the Prospects of the Project". *The Journal of Law, Medicine & Ethics*, Vol. 34(4): 726-732.
- Gorman ME (2004): "Collaborating on Convergent Technologies: Education and Practice". *Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol. 1013 [*The Coevolution of Human Potential and Converging Technologies*]: 25-37.
- Habermas J (2003): *The Future of Human Nature*. Cambridge: Polity Press. (trad. esp.: *El futuro de la naturaleza humana. ¿Hacia una eugenesia liberal?* Paidós, Barcelona, 2002).
- Hogle LF (2005): "Enhancement technologies and the body". *Annual Review of Anthropology*, Vol. 34: 695-716.
- Issa JPJ, Baylin SB (1996): Epigenetics and human disease". *Nature Medicine* 2(3):281-282.
- Jacoby R, Glauber N (eds.), (1995): *The Bell Curve Debate: History, Documents, Opinions*. Random House/Times Books.
- Junker-Kenny M (2005): "Genetic Enhancement as Care or as Domination? The Ethics of Asymmetrical Relationships in the Upbringing of Children". *Journal of Philosophy of Education*, Vol. 39(1): 1-17.
- Kaiser J (2007): "Death Prompts a Review of Gene Therapy Vector". *Science*, Vol. 317(5838): 580.
- Kaye H (1986): "The Biological Revolution and Its Cultural Context". In Fox RC (ed.) 'The cultural shaping of biomedical science and technology'. *International Journal of Technology Assessment in Health Care*, vol. 2: 278.
- Kevles DJ (2001): *In the Name of Eugenics: Genetics and the Uses of Human Heredity*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- _____ (1993): "Out of Eugenics: The Historical Politics of the Human Genome", en Kevles DJ y Hood L (eds.), *The Code of Codes. Scientific and Social Issues in the Human Genome Project*. Harvard Univ. Press.
- _____ (1992): "Controlling the Genetic Arsenal". *Wilson Quarterly*, Spring: 68-76.
- Lee S-J (2007): "Quadrupling Muscle Mass in Mice by Targeting TGF- β Signaling Pathways". *PLoS ONE* 2(8): e789. doi:10.1371/journal.pone.0000789.

- Lesch KP, Plomin R et al. (eds.) (2003): *Behavioral Genetics in the Postgenomic Era*. American Psychological Association, Washington DC.
- Lippi G, Guidi GC (2004): "Gene manipulation and improvement of athletic performances: new strategies in blood doping". *Br J Sports Med*, vol. 38:641.
- López Cerezo JA, Luján López JL (1989): *El artefacto de la inteligencia. Una reflexión crítica sobre el determinismo biológico de la inteligencia*. Anthropos, Barcelona.
- Lynch Z (2004): "Neurotechnology and Society (2010–2060)". *Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol. 1013 [*The Coevolution of Human Potential and Converging Technologies*]: 229-233.
- Lynn R, Harvey J (2007): "The decline of the world's IQ". *Intelligence* (In Press, Corrected Proof. Available online 27 April. doi:10.1016/j.intell.2007.03.004).
- McCrorry P (2003): "Super athletes or gene cheats?" *Br J Sports Med* 37:192-193.
- McGee G (2000): *The Perfect Baby: A Pragmatic Approach to Genetics*. Rowman & Littlefield.
- McKibben B (2003): *Enough: Staying Human in an Engineered Age*. New York: Times Books/Henry Holt & Company.
- Mertus J, Heller S (1992): "Norplant Meets the New Eugenicists". *Saint Louis University Public Law Review*, vol. 11:359-383.
- Miah A (2004): *Genetically Modified Athletes: Biomedical Ethics, Gene Doping and Sport*. Routledge, London.
- Miller SE (2004): "How the Legal System Should Change as a Result of Converging Technologies". *Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol. 1013 [*The Coevolution of Human Potential and Converging Technologies*]: 178-185.
- Moreno M (1995): "La determinación genética del comportamiento humano. Una revisión crítica desde la Filosofía y la Genética Molecular". *Gazeta de Antropología*, vol. 11, pp. 46-58.
- Nelkin D, Lindee MS (1995): *The DNA mystique. The Gene as a Cultural Icon*. W.H. Freeman and Company, NY.
- Omuro AM, Faivre S, Raymond E (2007): "Lessons learned in the development of targeted therapy for malignant gliomas". *Mol Cancer Ther*. 6(7):1909-19.
- Parens E (ed.) (1998): *Enhancing Human Traits: Ethical and Social Implications* (Hastings Center Studies in Ethics). Washington, DC: Georgetown University Press.
- Paoloni-Giacobino A (2007): "Epigenetics in Reproductive Medicine". *Pediatric Research*, vol. 61(5, Part 2), Suppl.: 51R-57R.
- Petronis A (2001): "Human morbid genetics revisited: relevance of epigenetics". *Trends in Genetics*, vol. 17(3):142-146.
- Plomin R (1990): *Nature and nurture. An introduction to human behavioral genetics*. Pacific Grove, California, Brooks/Cole Publishing Company.
- Porod W et al. (2004): "Bio-Inspired Nano-Sensor-Enhanced CNN Visual Computer". *Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol. 1013 [*The Coevolution of Human Potential and Converging Technologies*]: 92-109.
- Quintanilla MA, Escribano MM, Escobar M y Sabbatini M (2005): *Cultura biotecnológica en España. Análisis e interpretación de datos*. Madrid, Genoma España.
- Roco MC (2006): "Progress in Governance of Converging Technologies Integrated from the Nanoscale". *Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol. 1093 [*Progress in Convergence: Technologies for Human Wellbeing*]: 1-23.
- Romeo Casabona CM (2004): *Los delitos contra la vida y la integridad personal y los relativos a la manipulación genética*. Ed. Comares
- _____ (2002): *Los genes y sus leyes. El derecho ante el genoma humano*. Cátedra de Derecho y Genoma Humano / Editorial Comares S.L., Bilbao-Granada.
- _____ (2001): "Embryonic stem cell research and therapy at European level: Is a common legal framework needed?" *Revista de Derecho y Genoma Humano* 15: 121-138.

- Sentientia W (2004): "Neuroethical Considerations: Cognitive Liberty and Converging Technologies for Improving Human Cognition". *Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol. 1013 [*The Coevolution of Human Potential and Converging Technologies*]: 221-228.
- Silver LM (1998): *Vuelta al Edén. Más allá de la clonación en un mundo feliz*. Taurus, Madrid.
- Singer P (2003): 'Shopping at the Genetic Supermarket,' in Song, Sang-Yong, et al. (eds.), *Asian Bioethics in the 21st Century*. Tsukuba, Japan: University of Tsukuba Publishing, pp. 143–156.
- Sloterdijk P (2000): *Normas para el parque humano*. Eds. Siruela, Madrid.
- Spohrer JC, Engelbart DC (2004): "Converging Technologies for Enhancing Human Performance: Science and Business Perspectives". *Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol. 1013 [*The Coevolution of Human Potential and Converging Technologies*]: 50-82.
- Stent G (1969): *The coming of the golden age. A View of the End of Progress*. Natural History Press, New York.
- Stock G., Campbell J. (eds.), (2000): *Engineering the Human Germline*. Oxford University Press, New York.
- Stock G (2002): *Redesigning Humans: Choosing our Genes, Changing our Future*. Mariner Books.
- Strohman RC (2001): "A new Paradigm for Life: Beyond genetic determinism". *California Monthly*. April, pp. 24-27.
- _____ (1997): "The coming Kuhnian revolution in biology". *Nature Biotechnology*, 15:194-200.
- _____ (1995): "Linear genetics, non-linear epigenetics: Complementary approaches to understanding complex diseases". *Integrative Physiological and Behavioral Science* 30(4):273-282.
- Swazey J (1992). "Those Who Forget Their History: Lessons from the Human Genome Quest," in G.J. Annas and S. Elias (eds.) *Gene Mapping: Using Law and Ethics as Guides*. New York: Oxford University Press, pp. 45-56.
- Takai O (2006): "Biomimetic Nanotechnology". *Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol. 1093 [*Progress in Convergence: Technologies for Human Wellbeing*]: 84-97.
- Tang WY, Ho SM (2007): "Epigenetic reprogramming and imprinting in origins of disease". *Reviews in Endocrine & Metabolic Disorders*, 20 jul. (DOI: 10.1007/s11154-007-9042-4).
- Turner DC et al. (2002): "Cognitive Enhancing Effects of Modafinil in Healthy Volunteers". *Psychopharmacology*, vol. 165:260-269.
- Waddington CH (1952): *The Epigenetics of Birds*. Cambridge University Press, NY.
- _____ (1976): *Hacia una biología teórica*. Madrid, Alianza.
- Weikart R (2004): *From Darwin to Hitler: Evolutionary Ethics, Eugenics, and Racism in Germany*. New York: Palgrave Macmillan.