

Estamos asistiendo al hundimiento, lento pero inexorable, de la concepción «moderna», que ha identificado las innovaciones tecnológicas con la causa principal del progreso de la humanidad: con el medio más idóneo para perfeccionar la naturaleza y alcanzar órdenes sociales cada vez más justos.

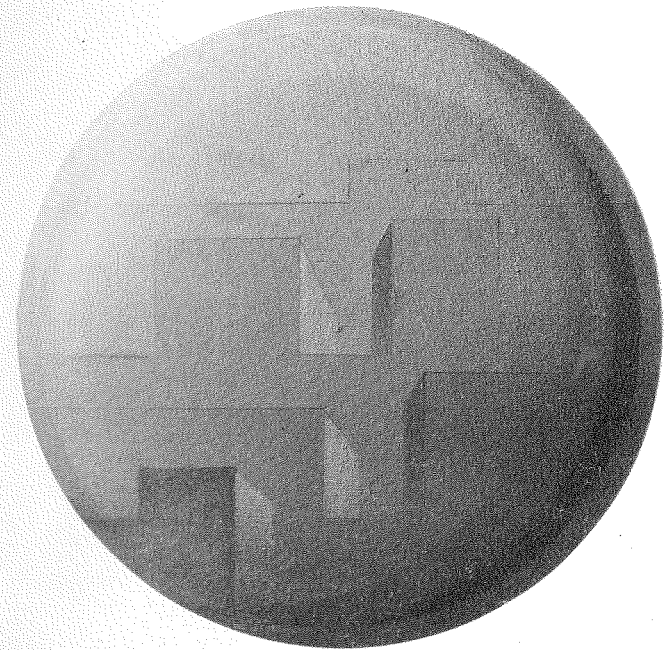
Por contra, agresiones, incluso irreversibles, al medio y a la sociedad se han constituido en una carga tan pesada para la tecnociencia que la idea misma de progreso ha entrado en crisis, surgiendo alternativas en muchas de las cuales anida un furibundo catastrofismo o un retorno a fundamentalismos religiosos más propios de otras épocas.

Este ensayo pretende alejarse de fanatismos de cualquier índole, reemplazando fobias y filias por un proceso racional de evaluación social de riesgos e impactos tecnológicos.

José Sanmartín (Valencia, 1948) es profesor de la Universidad de Valencia. Ha sido investigador de la Fundación Alexander von Humboldt (1975, 1976, 1989) y colaborador del Instituto Max Planck (Seewiesen/Andechs). Es director del Instituto de Investigaciones sobre Ciencia y Tecnología (Invescit), coeditor del libro *Ciencia, Tecnología y Sociedad* (1990) y autor del ensayo *Los nuevos redentores* (1987, 1989), publicados ambos en la colección Nueva Ciencia de esta misma editorial.

TECNOLOGÍA Y FUTURO HUMANO

José Sanmartín



ANTHROPOS
EDITORIAL DEL HOMBRE

ISBN 84-7658-253-6



9 788476 582534

TECNOLOGÍA, CIENCIA, NATURALEZA Y SOCIEDAD
(MONOGRAFÍAS CIENTÍFICAS)

Colección dirigida por Manuel Medina

7

José Sanmartín

TECNOLOGÍA Y FUTURO HUMANO

Tecnología y futuro humano / José Sanmartín. — Barcelona :
Anthropos, 1990. — 159 p. ; 20 cm. — (Tecnología, Ciencia,
Naturaleza y Sociedad : Monografías Científicas ; 7)
Bibliografía p. 153-156
ISBN 84-7658-253-6

I. Título II. Colección 1. Tecnología y civilización
167:6
6:167

Como siempre, a Gloria

Primera edición: diciembre 1990

© José Sanmartín, 1990

© Editorial Anthropos, 1990

Edita: Editorial Anthropos. Promat, S. Coop. Ltda.

Vía Augusta, 64. 08006 Barcelona

ISBN: 84-7658-253-6

Depósito legal: B. 39.169-1990

Impresión: Indugraf, S.C.C.L. Badajoz, 147. Barcelona

Fotocomposición: Seted. Sant Cugat del Vallès

Impreso en España - *Printed in Spain*

Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida, ni en todo ni en parte, ni registrada en, o transmitida por, un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia, o cualquier otro, sin el permiso previo por escrito de la editorial.

No sólo vivimos en una civilización tecnológica; estamos siendo conformados biológica y mentalmente por fuerzas tecnológicas.

RENÉ DUBOS

INTRODUCCIÓN

Este ensayo se ha podido escribir gracias a dos circunstancias muy afortunadas. Primera, la financiación de la Dirección General de Investigación Científica y Técnica (DGICYT)* del Ministerio de Educación y Ciencia de España. Segunda, la extraordinaria oportunidad que me brindaron en 1988 dos instituciones alemanas. La fundación *Alexander von Humboldt*, por una parte, me ofreció la posibilidad de retomar por unos meses mi antigua beca de investigación. I. Eibl-Eibesfeldt y W. Schiefenhövel, por otra, me facilitaron una magnífica ocasión invitándome a las nuevas instalaciones de Etología Humana del Instituto Max Planck en Andechs, paradisíaco lugar en el que, mediante grandes dosis de café, pude acabar finalmente con la primera versión de este libro, con mi estómago y, casi, con mi familia.

En honor a la verdad debo decir que yo quería haber escrito un ensayo de temática muy distinta. Cansado de conjurar sobre mi persona las iras de algunos de los representantes oficiales de la ciencia y la tecnología españolas, quería simplemente dedicarme aquí a mostrar cómo hay dos formas muy diferentes de aproximarse técnica-

* Proyecto n.º PS87-0128, dedicado a Evaluación Integrada de Tecnologías y realizado por una sección del Instituto de Investigaciones sobre Ciencia y Tecnología, INVESCIT.

mente a la naturaleza. Una, teniendo escasas urgencias materiales y satisfaciéndolas con pocas técnicas instrumentales de mínimo impacto. Otra, usando la naturaleza para dar cuenta de urgencias materiales crecientes, empleando para ello abundantes técnicas instrumentales de riesgos cada vez mayores. Quería ilustrar estas ideas analizando las interacciones entre hombre y naturaleza en el Paleolítico y en el Neolítico. Para ello, las películas y la biblioteca del mencionado Instituto Max Planck sobre algunos pueblos tradicionales me tenía que haber sido de gran importancia.

Pero, mis estancias de los últimos tiempos en Alemania me han causado honda consternación, al percibir el profundo sentimiento ecológico que allí existe y compararlo con el acriticismo del común de los pensadores españoles. Estamos —como pueblo y como intelectuales— lejos de la Europa central. Y no me refiero sólo a distancias físicas. Para contribuir a aproximarnos un poquito (perdonen mi inmodestia) he cambiado de libro sobre la marcha y he escrito estas páginas. Les aseguro, con todo, que en ellas verán ataques sólo los que hacen un dogma de la concepción de una tecnología que nos independiza de la naturaleza a base de abusar de ella.

Diré ahora algunas palabras sobre lo que estimo que constituye el meollo de este ensayo. Yo no he pretendido hacer tanto un estudio crítico de la técnica, cuanto un análisis de su cobertura teórica, de eso que en el texto llamo «cinturón de *distractores*». Me explicaré algo más.

No creo decir nada excesivamente original al aseverar que vivimos tiempos de crisis. Muchos son los que señalan gran número de aspectos que toman por síntomas de la misma. Desde la drogadicción al cuestionamiento del centralismo estatal. Personalmente creo que, en buena medida, a lo que estamos asistiendo es al hundimiento, lento pero inexorable, de una cosmovisión: la moderna.

Esa concepción del mundo ha tenido la tecnociencia o tecnología como un eje vertebrador. Las sucesivas innovaciones tecnológicas eran el medio que se estimaba idóneo y necesario para ir aproximándonos a mundos cada vez mejores. A mundos menos enemigos desde un punto de

vista natural, más controlados técnicamente, más subordinados a nuestros intereses. A mundos más placenteros, de mayor bienestar para cada vez más gente.

En esa concepción del mundo no han sido pocas las declaraciones hechas desde el tecnofanatismo que han ligado la tecnociencia al cumplimiento de promesas que podían haberle sido completamente ajenas. No bastaba —como digo en este ensayo— tener al emperador en cueros, aunque pudiera estar espléndido en su desnudez. No eran suficientes, en suma, las ventajas reales que una tecnología podía deparar. Había que convertirla en la cornucopia de la utopía.

Era tanto lo esperado de la tecnociencia que no había que sujetarla a más restricciones que las que ya impusiera el cumplimiento de las condiciones de su realización. Unas condiciones sólo conocidas por los especialistas: los únicos que, en consecuencia, podrán juzgar la tecnología. Porque, ¿qué puede decir sobre ella una sociedad ignorante de los entresijos científicos de los desarrollos tecnológicos? De la tecnología, en suma, acabaría haciéndose una entidad autónoma, al margen de la sociedad no-experta, perceptora de sus grandes donaciones.

El tiempo ha acabado arrojando chorros de agua fría sobre las expectativas utópicas. La contaminación, la agresión —en general— al medio y a la sociedad han llegado a ser una pesada carga atada al cuello de la tecnología. Ello ha motivado que miradas críticas se dirijan hacia la concepción del mundo que parece haber coadyuvado a que se llegue al actual estado de cosas. Y así ha entrado en crisis la superideología moderna, proliferando cada vez más alternativas, en muchas de las cuales anida un furibundo tecnocatastrofismo y un retorno a fundamentalismos religiosos más propios de otras épocas.

El tecnofanatismo, quería decirles, ha acabado generando un tecnocatastrofismo que está amenazándonos hoy con tirar el niño con el agua de la bañera. Mal servicio, en definitiva, presta a la propia empresa técnica el comprometerla en el suministro de lo que no va a poder proporcionar.

Pues bien, yo no pretendo en este ensayo otra cosa que

mostrar cómo esos tecnofanatismos están en buena medida erigidos sobre teorías científicas, ampliamente cultivadas, que aparecen, a su vez, encajadas en una cosmovisión tecnocientíficamente arquitrabada. Sólo quiero examinar esas teorías y el papel que desempeñan en relación con la técnica. Y ello como paso previo imprescindible para afrontar la valoración o evaluación de una técnica con ciertas garantías de no dejarnos seducir por cantos de sirena, que atraigan nuestra atención hacia aspectos que deben ser completamente ajenos a un proceso de esa índole. A una tarea así la llamo en el texto «evaluación filosófica»: un proceso a través del cual tratamos de despojar al emperador de las ampulosas vestimentas teóricas que puedan recubrir (e, incluso, distorsionar) su quizá hermoso físico.

A pesar de lo dicho, que no es otra cosa que una propuesta de huir tanto del tecnocatastrofismo como del tecnofanatismo, sé que voy a ser malinterpretado. Es mi sino. Unos verán aquí un desmedido ataque a la tecnología. Y no lo es. Otros verán un infundado cántico a la tecnología. Y tampoco lo es. Se trata únicamente de un ensayo que pretende evidenciar algo muy simple: la mayor parte de las veces, cuando se cree estar hablando de tecnología, se está perorando sobre algún aspecto conectado con las preconcepciones y concepciones que se acumulan en torno a aquella, con algún aspecto de lo que —como ya he dicho antes— llamo en el texto «el cinturón de *distractores* que envuelve una tecnología».

Por lo que respecta a su lectura, creo que pueden hacerla de dos modos.

a) Modalidad primera:

Pueden ustedes leer este ensayo en *paralelo*, como si constara de tres grandes bloques temáticos. En el primero (capítulos 1 y 2) se examinan temas relativos a las relaciones entre ciencia y técnica, tratando en particular de clarificar lo que se puede entender por tecnología. En el segundo bloque (capítulos 3, 4 y 5) se hace una propuesta de evaluación filosófica. En 3 se examina la conexión entre declaraciones tecnofanáticas y la aceptación acrítica del imperativo tecnológico («apliquemos —industrialmente, si

se puede— cuanta tecnología podamos»). En 4 se plantean algunos de los rasgos negativos (la contaminación, principalmente) que ha presentado el desarrollo tecnológico-industrialista, efectuado al amparo del imperativo tecnológico, y el modo en que han afectado a la superideología del progreso. En 5 se estudian las más recientes propuestas de los eugenistas para resolver dichos problemas de la tecnología industrialista mediante la creación de nuevas clases de humanos, más adecuados a las nuevas condiciones ambientales y sociales.

Finalmente, en el capítulo 6 bosquejo el modo en que debería operar una evaluación de tecnologías concretas, al abrigo de los señuelos y elementos de distracción varios significados por la maraña de teorías que puedan envolverlas.

b) Modalidad segunda:

Otro modo de leer este ensayo es siguiendo los ejes que lo vertebran. Ciertamente los tres grandes grupos de problemas abordados en el texto (ciencia y tecnología; tecnología y sociedad; y tecnología y evaluación) no se tratan por separado. Hay a modo de dos grandes arterias que los interconectan.

La primera está constituida por las tecnologías que suministran los ejemplos con que se ilustran las hipótesis sustentadas. Se trata sólo de las tecnologías informática y genética. Ello confiere a la obra el aspecto de una reflexión sobre esas tecnologías (sin serlo realmente), y más cuando se efectúan en ocasiones extensas incursiones en ellas (a las cuales recomiendo no renunciar, pues siempre tienen que ver con hipótesis que, más o menos tarde, van a mantenerse).

La segunda vertebración está constituida por lo que estimo un supuesto capital del ensayo: pienso que tienen razón quienes creen que estamos inmersos ya en una tercera fase en lo que concierne a nuestras relaciones con la naturaleza. En la primera, los humanos seríamos un elemento más de la naturaleza, sujeto a los mismos mecanismos evolutivos que los restantes seres vivos. Se iniciaría la segunda fase con el nacimiento y desarrollo de una técnica

que posibilitaría al común de los seres humanos la *independencia* de la naturaleza merced a su uso o dominio. En el dominio de la naturaleza jugarían un papel cada vez más esencial los elementos mecánicos y, en especial, las máquinas. De hecho hay quien lee la historia de la humanidad en esa segunda fase como una progresiva independencia de la naturaleza merced al reemplazo de alguna función (principalmente) humana por un equivalente mecánico, hasta alcanzar una situación en la que ese equivalente pueda hacer uso de fuentes de energía mecánica controlables. Esos elementos mecánicos nacerían en buena medida a partir de la disociación entre estructuras orgánicas y funciones, y del intento de reproducir éstas últimas sin imitar de manera realista las primeras (volar sin —como algunos pretendieron— remedar el ala del murciélago). Ello explica la fácil identificación de lo mecánico como artificial. Junto a esas técnicas mecánicas (las dominantes) ha habido, empero, en esa larga segunda fase otras que sí pretendían reproducir estructuralmente en el laboratorio y multiplicar en la industria elementos naturales. La química (sin excluir, en modo alguno sus pasos primarios como alquimia) ha sido el ámbito por excelencia de esas técnicas.

Hoy, finalmente, nos hallamos ya en una tercera fase. Y su característica quizá más señalada sea la generalización del ideal de síntesis de la química a otros ámbitos técnicos. Ese ideal, por lo demás, se ha combinado con el deseo de inventar característico de las técnicas mecánicas y de las técnicas biológicas de mejora de animales y plantas. El resultado ha sido el desarrollo de técnicas cuyos productos, tratando de reproducir estructuralmente componentes naturales, pueden pasar perfectamente por estos últimos, con el inconveniente de haber nacido fuera de la fina red de relaciones en que la naturaleza consiste y los consiguientes riesgos que para los ecosistemas ello significa.

En el capítulo de agradecimientos, a los ya hechos, quisiera sumar los que siguen. Primero, este ensayo no hubiera sido posible sin la existencia previa de las múltiples y, en ocasiones, acaloradas discusiones habidas en torno a

los mismos temas, en el seno del Instituto de Investigaciones sobre Ciencia y Tecnología, INVESCIT, que me honro en dirigir. En esos debates, las tesis de Manuel Medina sobre los aspectos cruciales del programa que dicho Instituto desarrolla (programa conocido por TECNAS —breviatura de Tecnología/Ciencia/Naturaleza/Sociedad—) siempre han destacado por una sistematicidad, rigor e importancia, muy fuera de lo común.

Añadiré, para finalizar, que este ensayo no tendría su forma actual sin la revisión que, de versiones anteriores, han realizado José A. López Cerezo, José L. Luján, Javier Gómez Ferri y Carmen Monje —todos ellos ligados, de uno u otro modo, a la Unidad de Investigación que sobre Filosofía de la Tecnología dirijo en el Departamento de Lógica y Filosofía de la Ciencia de la Universidad de Valencia—. A Juan Ilerbaig y Margarida Vicedo, miembros de esa misma Unidad, y a mi secretaria, Susana Fayos, les agradezco su inestimable ayuda para confeccionar la bibliografía y el glosario de esta obra.

Pero, sobre todo, estas páginas jamás hubieran llegado a escribirse sin la comprensión y el apoyo más allá de lo imaginable de mi mujer, Gloria, y de mis hijos, María del Carmen, Josep y Luis. Y no es lo dicho un mero formulismo. Se lo aseguro a ustedes.

J. SANMARTÍN

Andechs, 1989 - Valencia, 1990

TÉCNICA, CIENCIA Y TECNOLOGÍA. TOPICARIO

Es sorprendente, pero no inexplicable. Sé de pocos sitios en que los tópicos hayan llegado a ser tan fuertes como en el ámbito de las relaciones entre la ciencia y la técnica, por una parte, y los complejos ciencia/técnica y sociedad/medioambiente, por otra.

Esos lugares comunes tienen graves secuelas. Habitualmente, imposibilitan comprender, incluso prestar atención, a quien no los comparte. El entendimiento y respeto debidos siempre a terceros suelen trocarse en actitudes distanciadas y menosprecio.

Esto no es todo. Algunos de esos prejuicios, ampliamente aceptados, se hallan entre las causas mismas de la crisis actual en que la ciencia y la técnica se debaten. Nacidos y generalizados en apoyo de la ciencia (mejor sería decir: de una imagen de la ciencia), la están llevando a una situación problemática.¹ Trataré de explicarme.

Comenzaré destacando seis entre los tópicos aludidos.

Tópico primero: «hay dos clases de técnicas: precientíficas las unas; ciencia aplicada las otras»

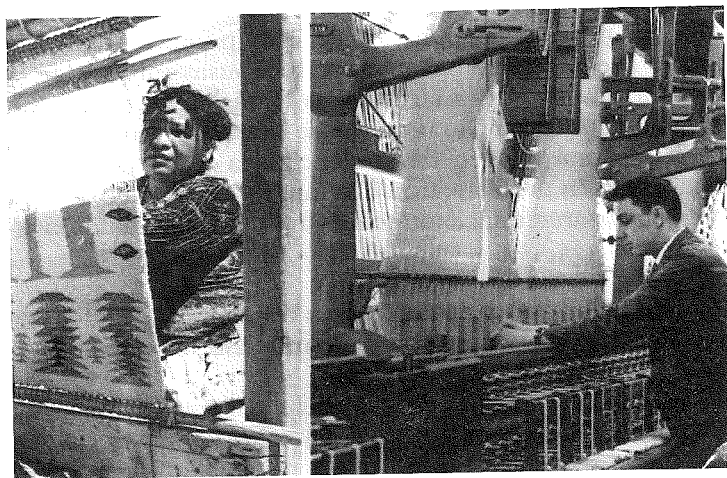
En cualquier caso, la ciencia es el mojón que las deslinda.

Por ciencia se entiende aquí, en concreto, una forma de saber que suministra explicaciones causales, dilucidaciones

de *por qué* algo sucede y *por qué* lo hace de una cierta manera. En este sentido, la diferencia mayor entre una técnica precientífica y otra científica consistiría en que la segunda —frente a la primera— incidiría sobre causas científicamente detectadas. Su uso, por así decirlo, no sería *ciego*, como —se añade— lo es sin duda el de una técnica precientífica.

Hay habilidades o técnicas para producir, por ejemplo, fuego —como frotar dos palos—. Pero, el ser humano prehistórico que tal hace no sabe por qué la llama surge. Ignora qué es lo que ha motivado realmente ese resultado. Ha tenido éxito, pero un éxito ciego. Lo mismo se podría decir de algunas (muchas) técnicas médicas actuales. Dan el fruto apetecido y se desconoce, sin embargo, el porqué.

La ciencia es, en este sentido, el ojo clarividente de la técnica. Busca y propone causas, sobre las que la técnica puede actuar. De este modo: *se sabe lo que se hace técnicamente, cuando la ciencia previamente lo dilucida*. Los logros técnicos están científicamente guiados, si se conoce, en suma, sobre qué eventos hay que operar y por qué hay que hacerlo de un cierto modo a fin de conseguir el objetivo propuesto. Es en esos contextos donde la palabra «técnica» se sustituye por el término «tecnología». Por «tecnología», en efecto, suele entenderse una *técnica científica*.



Tópico segundo: «ciencia y ámbito de la racionalidad vienen a ser una y la misma cosa»

La racionalidad consiste aquí en saber científicamente cuáles son las causas sobre las que técnicamente se opera. De ahí que se considere que, por un lado, hay técnicas racionales: las tecnologías, es decir, las técnicas que inciden a *sabiendas científicas* sobre causas conocidas. Y, por otro, técnicas en principio escasamente o nada racionales: las precientíficas.

Esos conocimiento y operación racionales constituyen la base misma sobre la que se erige el deseo científico moderno de perfeccionar de manera sistemática la naturaleza.

Quienes comparten este tópico, dicen que la historia de la humanidad ha sido en gran medida la crónica de las *mejoras* de la naturaleza. Ésta es —se enfatiza— manifiestamente perfeccionable. Hay mucho en ella que nos hace necesitados y débiles. Desde las bajas temperaturas a las grandes catástrofes naturales. Libramos técnicamente de esos problemas se equipara a mejorar la naturaleza. No es extraño, así, que los jalones de la historia de la humanidad coincidan con desarrollos técnicos que la ponen a salvo (al menos, aparentemente) de los dictados de una naturaleza tenida por cruel.²

Ahora bien, la aceptación del tópico que estoy analizando conlleva la obligación de asumir que cuantos avances técnicos han acaecido antes del nacimiento y desarrollo de la ciencia moderna en torno a los siglos XVI y XVII han tenido poco o nada que ver con la razón. Se concede, en suma, que mediante la técnica precientífica hemos ido erradicando de la naturaleza algunos aspectos suyos que hacen de nosotros seres menesterosos. Mejor dicho, se admite que el uso de técnicas precientíficas ha posibilitado construir sobre la naturaleza un medio artificial que permite dar cuenta de nuestras necesidades.³ Pero se opina, asimismo, que, por su escasa o nula racionalidad, no se han seguido de esas técnicas todas las ventajas que un uso científico podía haber deparado. Han sido, por así decirlo, palos de ciego que, a veces, han dado en el clavo.⁴

Finalmente, quienes asumen sin peros este segundo tó-

pico no dudan, en nombre de la racionalidad tecnológica, en arrostrar los mayores riesgos e impactos medioambientales que, en principio, parecen tener las tecnologías frente a las técnicas precientíficas.⁵ Para ello cuentan, precisamente, con la tecnología misma. Los problemas que una tecnología puede conllevar se cree que pueden, a su vez, *ser resueltos tecnológicamente*. Nada mejor que esto —se opina—. Los problemas de una mala tecnología los soluciona otra tecnología mejor.⁶

Tópico tercero: «la técnica es el arte de producción y mantenimiento de instrumentos»

Ese medio artificial, construido por la técnica sobre la naturaleza de que acabo de hablar, se considera usualmente integrado por recipientes (u obras) y, de manera principal, instrumentos. Entre estos últimos, juega un papel estelar la *máquina*. Lo que no deja de ser curioso, pues, si se analiza lo que es propiamente ésta, resulta fácil ver lo inexacto de identificar técnica y arte de producción de instrumentos (o, en menor medida, obras).

Por máquina⁷ se entiende clásicamente una combinación de *partes resistentes* dispuestas de tal manera que por sus medios las fuerzas de la naturaleza pueden ser obligadas a realizar un trabajo acompañado por ciertos *movimientos determinantes*.⁸ Añadiré, por mi parte, que quizá lo que llame más la atención de una máquina no sea de qué partes (resistentes o no) se compone, sino, ante todo, la clase de movimientos que presenta.

Es, en efecto, la acción automática, la uniformidad, el carácter rutinario de los movimientos de una máquina su nota más llamativa. Esa es la característica que exhiben aquellas otras entidades a las que asimismo se aplica por extensión el nombre de «máquinas». *Máquinas* en este sentido lato son, por ejemplo, el conjunto de los remeros de una trirreme romana que se mueven acompasadamente al ritmo que marcan los golpes de un tambor, o los ejercicios del s. XVIII (por poner un caso). Son máquinas, habría que añadir, *sociales*.⁹

Las máquinas sociales son producto de técnicas que no tienen nada que ver, esencialmente, con obras, instrumentos o máquinas en sentido estricto —aunque pueden involucrarlas—. Son técnicas de otro tipo. Se trata, en suma, de técnicas de organización social. Esas otras técnicas que quedan marginadas cuando se identifica técnica con arte de producción de instrumentos.

Y lo bien cierto es que técnicas sociales siempre ha habido, desde que el ser humano es tal. Incluso, frente a la opinión común de que el ser humano llegó a serlo merced al uso de instrumentos (inicialmente: huesos, piedras o palos),¹⁰ podría argumentarse que el papel principal en el proceso de hominización correspondió a las técnicas de organización social.¹¹ En favor de esta hipótesis habla la consideración de los cada vez más escasos pueblos tradicionales que van quedando en la Tierra y que pueden enseñarnos algo acerca de nuestro pasado.¹²

Tópico cuarto: «la ciencia es teoría»

Si la técnica se identifica tópicamente con un arte de producción (y mantenimiento) de obras y, principalmente, instrumentos, la ciencia, por su parte, suele restringirse a la teoría. Una y otra reducción tienen consecuencias importantes que, a su vez, se asumen como incuestionables. Veámoslas.

Por teoría se entiende comúnmente un conjunto de oraciones. Las oraciones tienen un significado. Encierran pensamientos, que pueden a veces realizarse.

Sería un sinsentido exigir a un pensamiento responsabilidades por los efectos que puedan seguirse de llevarlo a la práctica. Actuar así recordaría al niño que golpea la silla contra la que ha chocado. No es incumbencia, en definitiva, de la teoría, aunque puede serlo de la tecnología que resulta de su aplicación, cuanto con ella se haga, para bien o para mal.

El credo a este respecto prosigue, más o menos, así: las teorías científicas residen en el mundo platónico del pensamiento objetivo sin sujeto cognoscente.¹³ Es el mundo

de las ideas que viven al margen de su descubridor. Éstos —los descubridores, los científicos— habitan en el mundo de lo físico. Sus sentimientos o emociones lo hacen en el mundo de lo psicológico. Sus ideas científicas están más allá de lo físico y de lo psicológico. Residen en un mundo no contaminado ni por uno ni por otro. En cuanto tales, ¿cómo puede demandarse a esas ideas cualquier responsabilidad por lo que su aplicación pueda acarrear en esferas distintas de la que constituye propiamente su morada? A su vez, al considerarse manidamente que el progreso científico consiste en ir conociendo más y más ideas científicas, ¿cómo pueden justificar sus reclamaciones aquellos que ven en él la causa de algunos problemas medioambientales y sociales que hoy nos acucian? Las ideas científicas sí podrían decir, en suma, aquello de «mi reino no es de este mundo».

Nada más objetivo e inocuo, pues, que lo teórico y su progreso.¹⁴ Las teorías científicas están ahí, en el mundo de las ideas platónicas, al alcance de personas distintas que pueden usarlas de modos radicalmente opuestos. Será a estas personas, que no a las ideas, por lo tanto, a quienes habrá, en todo caso, que pedir cuentas. Si hubiera que exigir responsabilidades, pues, por problemas en el mundo de lo físico o de lo psicológico, habría que reclamarlas, en todo caso, a quienes hubieran aplicado teorías, produciendo, en suma, tecnologías.

Tópico quinto: «las tecnologías en sí son neutrales»

A las teorías no les incumbe lo que con ellas se haga. Eso es algo que —repito—, *en todo caso*, podría demandarse a las tecnologías.

Y digo «en todo caso», y digo bien. Porque la opinión que comienza a generalizarse a este respecto es que tampoco la tecnología es *culpable* de sus usos. No hay tecnologías inocuas o peligrosas —se enfatiza—. Hay tecnologías sin más. Tecnologías que pueden aplicarse para bien o para mal. Las mismas tecnologías radiactivas salvan personas o las matan. Depende de quien las use. Las tecnologías son

neutrales. Las tecnologías no son portadoras de valores, de bondades o de maldades. Son los usos de las tecnologías, no las tecnologías mismas, los que no son neutrales.

Estas aserciones tratan de fundamentarse en una distinción entre factores *internos* y *externos* a la empresa tecnológica. Una distinción favorecida en gran manera por esa identificación tópica que se hace de la tecnología con el arte científico de producir (y mantener) instrumentos.

En efecto, en el caso de estos últimos —frente, por ejemplo, al de las técnicas de organización social— parece que la distinción mentada entre factores internos y externos es de evidencia suma. Los primeros, los internos, son los que tienen que ver con el diseño y desarrollo del proyecto tecnológico, fruto de la aplicación de teorías científicas. Son los que conciernen a las preguntas ¿cómo se hacen (los instrumentos en cuestión)? y ¿cómo funcionan? Son los factores relevantes para el tecnólogo. Por lo demás, clara competencia del especialista. Los otros, los externos, conciernen a *usos* de la tecnología investigada. Estos usos involucran ya factores (por ejemplo, costos económicos) que pueden tender a minusvalorar —e incluso ignorar— posibles impactos medioambientales o sociales de la tecnología en cuestión. Pero, si así sucede, la responsabilidad a fin de cuentas no habrá que exigirla del tecnólogo, sino del industrial o del Departamento de Defensa —por poner dos casos posibles— que haya aplicado sus proyectos. Una responsabilidad, a decir verdad, que éstos se hallan inclinados a asumir en muchas ocasiones. Ya que, haciéndolo así, privan a los ingenieros de la paternidad sobre sus productos y, consecuentemente, de poder decir algo sobre su destino futuro.

Los usos de los productos de la tecnología van acompañados de algunos otros tópicos. Entre ellos, destaca por sus consecuencias el concerniente al *carácter ocasional* del empleo de esos productos. Se dice comúnmente que los artefactos se utilizan para algo y, luego, se abandonan hasta nueva oportunidad. Entonces, ya que la construcción y funcionamiento de los instrumentos son competencias claras de los especialistas y su uso presenta tales caracteres de ocasionalidad que hay poco o nada que decir sobre él,

la tecnología ha permanecido tradicionalmente más allá del reino de lo opinable. Desde luego, ha quedado fuera del ámbito del *ejercicio profesional* de la crítica filosófica. Quizá ello se deba tanto a la dedicación casi exclusiva del filósofo al análisis de teorías —actividad promocionada por el carácter supuestamente indigno o, cuanto menos, subordinado de la técnica a la teoría—, cuanto a los dos pareceres siguientes.

Uno, el de que los instrumentos son cosas que no llevan aparejada filosofía alguna. Son meramente artefactos que se emplean para algo. Los usos y sus metas podrían, en principio, cuestionarse filosóficamente. Pero los instrumentos, *qua* instrumentos, desde luego que no.

El otro parecer, bastante generalizado, es que, dada la relación de causa y efecto que hay entre innovación técnica y *progreso* —como voy a analizar detenidamente a continuación—, puede ser que existan usos técnicos concretos que sean susceptibles de juicios contrarios. Pero, considerada la técnica como un todo, sólo puede elevarse respecto de ella cantos de alabanza. Desde un punto de vista racional —se dice— no puede haber divergencias acerca de su (por lo demás) manifiesta bondad. De manera que, nuevamente, ni siquiera los usos técnicos serán objeto adecuado de la crítica filosófica aludida. Es por eso mismo por lo que quien se atreve a realizar una labor crítica de esa índole suele ser objeto inmediato de la acusación de mantener actitudes reaccionarias contrarias a razón. El crítico, frente a ese objeto de renovada y creciente estupefacción que es la innovación técnica, se emperrea —dicen— en un irracional retorno a las cavernas.

Tópico sexto: «lo que se puede técnicamente hacer, hay que hacerlo»

Resumiendo buena parte de lo dicho, el progreso de la humanidad se identifica por lo común con un proceso creciente de innovación técnica que, suministrándonos ante todo instrumentos —y, principalmente, máquinas—, aumenta nuestro bienestar conforme nos aleja de los dicta-

dos de la naturaleza. La innovación se torna racional desde el momento mismo en que pasa de técnica a tecnológica: cuando se convierte —en suma— de precientífica en científica, cuando pasa de ser técnica a secas a ser teoría científica aplicada. Innovar tecnológicamente e inducir un progreso humano racional parecen estimarse, pues, como una y la misma cosa.

Ahora bien, recordemos que *en sí* (según establece el tópico quinto) la tecnología es tan neutra como la teoría misma. Que es *en su uso* cuando una tecnología puede arrastrar buenas o malas consecuencias. Pero, si el progreso científico es inocuo (pues consiste meramente en ir sustituyendo unas teorías por otras más informativas) y el progreso de la humanidad es progreso técnico, ¿por qué, ante los impactos negativos de una determinada tecnología, se cuestiona ésta y no las condiciones de su empleo? Si el desarrollo técnico es la condición necesaria y suficiente del progreso humano, ¿no habría que favorecer la proliferación de toda suerte de innovaciones técnicas —y, especialmente, tecnológicas—? Cuestionar —sólo cuestionar— la necesidad de llevar a la práctica toda innovación técnica (y, en particular, tecnológica) que se pueda es algo que se confunde así, finalmente, con plantear interrogantes acerca del progreso humano mismo. No son infrecuentes, todo lo contrario, las voces que —ante la más mínima moratoria en un proyecto técnico— se alzan airadas en nombre del progreso de la humanidad.¹⁵

En suma, lo que se puede técnicamente hacer, hay que hacerlo —formulación esta que se adecua bastante bien al denominado «imperativo tecnológico»—. Con seguridad —se dice— que la innovación de que se trate será beneficiosa, siempre y cuando nosotros nos cuidemos de que las condiciones de su aplicación sean las correctas. En ocasiones, crear esas condiciones equivaldrá a cambiar, incluso, las formas de vida habituales, acomodándolas a lo que la novedad técnica exija. La sociedad habrá de conformarse, pues, a la tecnología; no al revés. Pues, como decía el lema con que se abría la guía de la Exposición Universal de Chicago en 1933:

La ciencia descubre
La industria aplica
El hombre se conforma.¹⁶

La sociedad acabará siendo, así, producto de una tecnología tan autónoma en su propia concepción y desarrollo como la teoría científica misma.¹⁷

De manera que, en suma, preguntarse si es realmente deseable llevar a la práctica una innovación tecnológica es —según este tópico— ignorar que la tecnología, nos guste o no, seguirá evolucionando a su propio ritmo. Que es racional que así sea. Que es irracional oponérsele, porque es ir contra el progreso. Que lo que hay que hacer es adecuarnos a sus previsibles impactos. Seguro —se añade— que, de un modo u otro, eso significará un avance.

Tópico séptimo: «la ciencia es una forma de saber explicativa del mundo»

Es este el tópico en que, en cierto modo, se resumen los demás. La ciencia trata de explicar el mundo. Y lo hace progresivamente, en enfrentamiento abierto con la irracionalidad de las aproximaciones míticas. En guerra declarada con la superchería, la sofistería y la superstición. Su emblema es la racionalidad. Y su arma, el método científico.

Por método científico se entiende (al menos, intuitivamente, desde fines del s. XVI) un proceso que tiende a *explicar* y que pretende hacerlo en un *marco numérico*.

«Explicar» significa dilucidar causalmente —frente a «comprender», en sentido estricto, que quiere decir: aducir fines, propósitos o intenciones para tratar de clarificar eventos—. Explico cuando respondo con un «porque». Comprendo cuando lo hago con «para que».¹⁸ Por «explicar en un entramado numérico» se entiende, entonces, dilucidar mediante causas y hacerlo sustituyendo cualidades por cantidades.¹⁹ En lugar de hablar de «lo pesado» se habla de «peso», entendiendo por tal un cierto número; en lugar de decir que los cuerpos pesados caen *para* ocupar su lugar natural se asevera que lo hacen *por* la fuerza de la gravedad.

Así, en suma, la ciencia (al menos lo que modernamente se tiene por tal) intenta explicar, en entramados numéricos, por qué las cosas suceden y por qué lo hacen de una cierta manera. Persigue clarificar causalmente la estructura de lo real y dar las claves numéricas para entenderla. De este modo, la realidad —antes (dicen) amorfa y opaca— se nos muestra *cada vez más* estructurada y transparente gracias a la dilucidación científica.

Ese progreso (ese «cada vez más») en la explicación de la realidad se identifica con el reemplazo de unas teorías por otras. El porqué de esa sustitución —según otros autores, marginación— se debe a que las teorías reemplazadas, sujetas a crítica o supresión de errores, presentan problemas, que resuelven las teorías que las van a suplir. Los problemas, cuya solución es el motor del avance científico, son, pues, teóricos y teóricamente se solucionan.

En resumidas cuentas:

1. La ciencia es teoría. Y, en cuanto tal, neutra y objetiva.
2. La teoría suministra explicaciones racionales: dilucidaciones causales que, en la medida de lo posible, hacen uso de cantidades, en lugar de cualidades.
3. Unas teorías reemplazan otras, cuando estas últimas —sujetas a crítica o supresión de errores— exhiben problemas que las otras resuelven. «Teorías que solucionan más problemas» y «teorías con mayor contenido informativo verdadero» (o «más verosímiles») pueden tomarse como expresiones sinónimas. Desde este punto de vista, la marcha de la ciencia, identificada con la sustitución de teorías con menor contenido informativo verdadero por teorías con mayor contenido informativo verdadero puede interpretarse como un camino hacia la verdad.²⁰
4. Las teorías, finalmente, pueden —o no— aplicarse, suministrando tecnologías: técnicas que inciden sobre los procesos causales, dilucidados por las teorías en cuestión. Antes de tener tecnologías ha de haber, en definitiva, teorías. Pues, sólo entonces, al saber sobre lo que operan, las técnicas no son *ciegas* en su acción. Pero, desde luego, la ciencia —identificada con la teoría— no tiene nada que ver, en principio, con la técnica. Antes de contar con tec-

nologías debemos poseer teorías, pero podemos tener teorías y no contar en cambio con tecnologías. Esto se considera además que es lo normal.

Hasta aquí los tópicos. En lo que sigue pretendo ofrecer una versión alternativa de qué es la ciencia y qué la tecnología. Una versión —pienso— más ajustada a la historia. Una interpretación en la que encuentran una explicación esos lugares comunes, que al principio he tildado de «sorprendentes» (y lo son desde el momento en que acaecen en un ámbito que se presume tan poco dado al tópico, como es el científico). Sorprendentes, sí, pero no inexplicables.

NOTAS

1. El descenso en el número de estudiantes que cursan carreras técnicas en países desarrollados, como EEUU, es un buen índice de ello.

2. Realmente quienes comparten este tópico y el de la progresiva independencia de los dictados de la naturaleza que la técnica se dice que nos posibilita miran hacia atrás siempre con aire conmisericordioso. Vienen a pensar algo así como esto: si hoy, con los adelantos tecnológicos de que disponemos, vivimos como vivimos, ¡qué mal lo debieron pasar en la Edad de Piedra!

Esa opinión bastante (por no decir, que muy) generalizada se plasma en la consideración de que la humanidad de por entonces, dedicada a una *economía de subsistencia* basada en la caza y la recolección, debería dedicar prácticamente todo su tiempo a arrancar trabajosamente a la naturaleza sus escasos dones. Sin, pues, tiempo libre, dedicados casi por completo a perseguir animales para cazarlos o a recolectar vegetales en condiciones muy penosas, el ser humano de ese pasado remoto debería vivir como un animal no-humano.

Lo bien cierto es que, quienes hemos dedicado parte de nuestra vida al estudio de los escasos pueblos que restan del Paleolítico, como los *san* del Kalahari (los llamados «bosquimanos»), podemos aseverar que nada más equivocado que esa opinión. Particularmente estoy por decirles que es difícil encontrar un pueblo, como el !Kung entre los *san*, que dedique más tiempo libre a dialogar en grupo. Y los !Kung habitan en uno de los desiertos —se dice— más terribles de la Tierra.

Pues bien, un pueblo como el !Kung no sólo dispone de buena parte del día para holgar, sino que, además, se comporta como si tuviera la despensa llena: nada guarda; todo lo comparte. La prodigalidad es una de sus características más notables. Eso, junto a su (proverbial) capacidad para inhibir la agresividad a través de unas prácticas educativas en las que el juego desempeña un papel muy importante.

Pero ¿cómo se puede ser así, cuando se presume —y con razón— que

el nivel de vida de un pueblo como éste, habitante de un desierto, ha de ser necesariamente muy bajo? La respuesta es simple. Hay dos maneras de estar libres de urgencias materiales: *desear poco o producir mucho*. Lo primero es lo característico de los !Kung y otros restos del Paleolítico. Lo segundo, lo definitorio de la humanidad desde la revolución del Neolítico, período en el que la caza/recolección dejó paso a las actividades de la agricultura/ganadería.

Desear poco, tener pocas urgencias materiales, parece ser la guía, en suma, de la humanidad paleolítica. Esas escasas urgencias las pueden satisfacer, entonces, con creces mediante un utillaje muy rudimentario, pero adecuado para conseguir el alimento necesario con una inversión de pocas horas. El resto del tiempo se consumirá en actividades que entrañarán un fuerte desarrollo de las técnicas (ya no instrumentales) sino de organización social.

Nuestra visión de seres humanos occidentales nos lleva con frecuencia a menospreciar otras formas de cultura. Antes de hacerlo, deberíamos examinar cuáles son sus lemas y cómo los cumplen. Nosotros hemos optado por independizarnos de la naturaleza, dominándola mediante instrumentos, obras o máquinas, que nunca producen lo suficiente para satisfacer urgencias materiales crecientes. Otros —como los *san*— han vivido hasta hace muy poco de la naturaleza: en ella —sin explotaciones— han encontrado siempre lo necesario para comer, sin tener que hacer grandes inversiones en forma de trabajo, lo que les ha posibilitado mucho tiempo libre que consumir en interacciones sociales.

Sobre estos temas les recomiendo la lectura del libro de Richard B. Lee, *The Dobe !Kung*, Nueva York, Holt, Rinehart & Winston, 1984; así como Marshall Sahlins, *Economía de la Edad de Piedra*, Madrid, Akal, 1977, 1983.

3. Sobre esta idea recomiendo la lectura de la genial obrita de José Ortega y Gasset, *Meditación de la técnica*. Allí se exponen algunas ideas de gran interés para la comprensión del libro que tiene usted en sus manos en este momento. En particular, la siguiente.

Puede decirse que está casi generalizada la opinión de que el ser humano no es tanto el fruto de la adaptación a un medio, cuanto el producto de la adaptación del medio a él. El ser humano, a diferencia del resto de los seres vivos, no aplaca sus necesidades adecuándose a la naturaleza. Lo que tiende a hacer no es tanto satisfacerlas, cuanto *eliminarlas*. Y lo logra introduciendo entre el medio y él un supramedio, una supranaturaleza: la naturaleza reformada a los efectos oportunos. Esa reforma no es otra cosa que el fruto de la técnica. Y, en su gran parte, de la técnica precientífica. A ese supramedio pertenecen recipientes (en sentido amplio) tales como pieles ablandadas de animales para transportar vegetales, cestos, cuencos, acequias, casas o ciudades. También forman parte de él instrumentos, como lascas, hachas de piedra, cuchillos de metal, flechas, arcos, palos de escarbar, azadas, yugos o arados.

Es curioso, pero la mayor parte de productos de la técnica de suma importancia para la vida del ser humano, por su contribución a la reforma mencionada, han permanecido en su estado tradicional hasta bien entrado el s. XIX. Es ese el momento en que se va a abordar sistemática-

mente la sustitución (preconizada desde sus albores por la ciencia moderna) de las técnicas precientíficas, que habían suministrado recipientes o instrumentos útiles para nuestro bienestar —que no sólo nuestra supervivencia—, por tecnologías. Y, sobre todo, se va a intentar ese reemplazo con un tercer componente del supramedio técnico, que acabará convirtiéndose en *el componente* por excelencia: la máquina.

4. Lo malo del caso es que, entonces, en nombre de la racionalidad pueden acabar menospreciándose —como de hecho sucede— técnicas que han resultado ser altamente útiles en la historia de la humanidad. E incluso, como también pasa, pueden reemplazarse por tecnologías de menor rentabilidad y mayores problemas medioambientales y sociales.

5. Es innegable que el uso de algunas técnicas precientíficas (como el incendio periódico de los bosques con fines agrarios) ha tenido grandes efectos sobre la naturaleza. Pero, lo que tampoco permite abrigar demasiadas dudas es que mayor impacto deberán tener aquellas técnicas que traten de incidir sobre causas detectadas científicamente. Por así decirlo, en este caso, el azar deja su sitio a una labor sistemáticamente dirigida a potenciar la acción de esas causas, a disminuirla, a inhibirla, a conjuntarla con otras acciones...

Pues bien, cuando se incide sobre eventos naturales, lo corriente es que se altere su curso normal. Los evolucionistas sabemos que los cambios entrañan riesgos. Si un ser vivo ha llegado hasta hoy, es porque se halla adaptado. Así pues, cualquier alteración que afecte, en concreto, su genotipo o su medio ambiente debe traducirse, en principio, en una pérdida de adaptabilidad. Bien puede ocurrir que no sea ese el caso. Que dicho cambio lo haga mejor; le sea favorable. Mas la probabilidad de que así suceda es bajísima.

Si se tiene, en definitiva, una visión evolucionista de la naturaleza, se ha de concluir —por lo menos de cara a los seres vivos— que las alteraciones no son, de antemano, favorables, sino más bien todo lo contrario.

6. Dicho de otro modo: asumida la existencia de los riesgos entrañados por una tecnología, lo que se considera racional en este caso no es prescindir de ella, sino tratar de detectar científicamente a su vez las causas de esos riesgos y mejorar la tecnología en cuestión, variando su diseño —si se puede—, o reemplazándola por una tecnología no sujeta a esos problemas. Lo contrario sería algo así como tirar el niño con el agua de la bañera.

Prescindir de una tecnología porque conlleva riesgos —se opina desde esta perspectiva— es renunciar, desde el inicio, a las ventajas que su uso pueda deparar. La misma racionalidad que preside la obtención de tecnologías como ciencia aplicada debe suministrar la solución de los problemas que una alteración previsible del medio pueda conllevar.

7. Véase cualquiera de las obras de Lewis Mumford. En castellano se puede disponer de su *Técnica y civilización*, Madrid, Alianza, 1971, y de sus artículos «Técnicas autoritarias y democráticas» y «La técnica y la naturaleza del hombre» en Melvin Kranzberg y William H. Davenport (eds.), *Tecnología y cultura*, Barcelona, Gustavo Gili, 1978. También están traducidos (pero son muy difíciles de encontrar) *Arte y técnica*, Buenos Aires, Nueva Visión, 1958, y *El mito de la máquina*, Buenos Aires, Emecé, 1969. No lo está lamentablemente (la segunda parte de *El mito de la máquina*) *The Pentagon of Power* (Nueva York, Harcourt Brace Jovanovich,

1970) su obra más representativa y madura. (Precisamente, cuando me hallo revisando —espero que por última vez— este capítulo en febrero de 1990, me llega la triste noticia del fallecimiento de Mumford. Con él desaparece uno de los clásicos de la reflexión en torno a la tecnología.)

8. Esta definición es paradigmáticamente satisfecha por el reloj mecánico moderno.

9. Aunque, a lo mejor, habría que decirlo al revés. Como opina Lewis Mumford (véase, por ejemplo, su artículo «La técnica y la naturaleza del hombre» en M. Kranzberg y W.H. Davenport (eds.), *Tecnología y cultura*, Barcelona, Gustavo Gili, 1978), bien podría ser que la palabra «máquina» se aplicara a artilugios como el reloj por la similitud de sus movimientos con máquinas sociales, algunas de las cuales se pierden en la noche de los tiempos, como las danzas rituales. En definitiva, mucho antes que hubiera lo que comúnmente llamamos «máquinas», ya existían máquinas, aunque sus componentes no eran piezas rígidas, sino seres humanos. Paradigma por excelencia de esas máquinas fueron las legiones de esclavos que elevaron en Egipto, entre otras cosas, las pirámides, sin el uso prácticamente de herramientas.

10. Es ésta la opinión más generalizada. Quizá sea porque, a la postre, son restos de instrumentos o recipientes —y no conductas sociales fosilizadas— lo que nos ha sido legado por el pasado. Es difícil poner en duda que el modo más común de detectar la existencia de homínidos por parte de la paleoantropología ha sido —y sigue siendo— hallar restos de herramientas (principalmente, líticas). Es por eso mismo por lo que la idea que domina nuestra visión del pasado es la de un «homo faber», la de un hombre que fabrica instrumentos.

11. Véase, a este respecto, el artículo citado de Lewis Mumford «La técnica y la naturaleza del hombre», en M. Kranzberg y W.H. Davenport (eds.), *Tecnología y cultura*, Barcelona, Gustavo Gili, 1978.

12. Pueblos, como los !Kung del Kalahari, de los que ya les he hablado en la nota 2 y que se han tenido por fósiles vivientes hasta esta misma década, han desarrollado sistemas bastante elaborados de interrelación social. Lo son, desde luego, sus prácticas de diálogo comunal, en las que invierten mucho tiempo. O sus técnicas educativas, tan altamente eficientes en su cumplimiento de los fines que se proponen (inhibir conductas agresivas, favorecer actitudes que inclinen a compartir...) que más de un investigador ambientalista creyó hacia los sesenta que este pueblo («el pueblo feliz») corroboraba la hipótesis de que la conducta agresiva es aprendida. O sus danzas rituales. O sus sistemas de interconexión entre grupos de la misma tribu.

Sorprenden, en suma, tan variadas y complejas técnicas de organización social en comparación con las tres herramientas (bolsa de cuero, palo de escarbar o piedras para romper nueces) que componen el utillaje de las mujeres para recolectar vegetales —que constituyen el 80 % de la dieta ordinaria—.

13. Véase, por ejemplo, Karl R. Popper, *Conocimiento objetivo*, Madrid, Tecnos, 1974.

14. Por progreso entiendo aquí la sustitución de unas teorías por otras más informativas —de acuerdo con las concepciones de Popper al respecto— (véase la obra mencionada en la nota anterior).

15. En mi libro *Los nuevos redentores*, Barcelona, Anthropos, '1987, 2^a1989 (Nueva Ciencia, 1), cuento la historia de lo acaecido con la moratoria que los propios ingenieros genéticos, reunidos en Asilomar, se autoimpusieron en febrero de 1975. Al no existir seguridades de que, combinando el ADN de especies distintas (en particular de la bacteria *E. coli* y de otra especie), no se pudiese generar un superpatógeno o algo parecido, dichos ingenieros se obligaron a no realizar ningún experimento de esa índole hasta tanto no se dispusiera de bacterias *E.coli* seguras. Por tales se entendían bacterias que no pudiesen vivir fuera de los laboratorios, sin cuidados especiales. Ello se podría conseguir, por ejemplo, «trabajándolas» de modo que adquiriesen hábitos alimenticios fuera de lo común, no fáciles de satisfacer en libertad (o, cuanto menos, no fáciles de saciar en el intestino humano en que mora la *E.coli* —entre otros sitios—). Al año siguiente se construyeron las primeras bacterias seguras. Este tiempo pareció excesivo a ingenieros, como Watson, que llegaron a aseverar que con esas prácticas se estaba impidiendo el progreso de la humanidad. (La verdad es que las expresiones que se dejaron oír fueron bastante más duras que esto. Así, Watson aludió con la expresión «borricos» a los ingenieros preocupados por la búsqueda de seguridades.)

16. Véase mi artículo «La ciencia descubre, la industria aplica y el hombre se conforma (imperativo tecnológico y diseño social)», en Manuel Medina y José Sanmartín (eds.), *Ciencia, tecnología y sociedad*, Barcelona, Anthropos, 1990 (Nueva Ciencia, 6).

17. Véase L. Winner, *Tecnología autónoma: la técnica incontrolada como objeto del pensamiento político*, Barcelona, Gustavo Gili, 1979.

18. Con un ejemplo manido, no explico lo que son los pulmones cuando digo que son órganos para respirar, sino cuando aduzco las causas eficientes que han motivado la aparición de esos órganos con tal función. Con otro ejemplo, algo menos vulgar, la teoría aristotélica de los lugares naturales no era explicativa, sino comprensiva. Sustentar que hay dos lugares en el universo: uno de lo ligero y otro de lo pesado, y decir, entonces, que el fuego se dirige hacia arriba porque ése es el lugar de lo ligero, que él en consecuencia tiende a ocupar, no es aducir causa alguna de por qué el fuego tiende hacia lo alto.

19. Para alcanzar el *status* de científicas, la sociología y la psicología —ambas a fines del s. XIX— debieron marginar las cualidades como objeto de estudio y renunciar a la dilucidación mediante causas finales. Para ser científicas, una y otra no tenían más remedio que prescindir de la «comprensión» aristotélica y metrizar/medir, aduciendo causas eficientes en lugar de intenciones, fines o propósitos. Véase a este respecto mi artículo «La historia se repite. Nuevas formas de un viejo tema. Los determinismos biológicos», *Taula* (en prensa).

20. Sé que esta forma de hablar se circunscribe a las posiciones epistemológicas denominadas realistas (incluso, en especial, a una de ellas —el realismo crítico de cuño popperiano—). Pero, que yo sepa, el realismo es el credo común entre científicos. Aparte están esos otros filósofos que pugnan por doctrinas alternativas (irrealidad del mundo, carácter amorfo y mostrenco de la realidad...), pero a los que la mayoría de los científicos hace oídos sordos.

CIENCIA, TECNOLOGÍA Y DOMINIO DE LA NATURALEZA

Lo primero que hay que cuestionarse es si, ciertamente, la ciencia es explicación y sólo explicación del mundo.

La fundación de la ciencia moderna y el control de la naturaleza

Si uno examina el momento fundacional de la ciencia moderna, hacia fines del XVI o principios del XVII, llega fácilmente a la conclusión de que no es ése el caso. Basta escoger tres pensadores tan distintos entre sí como Francis Bacon, Descartes o Galileo, para alcanzar el firme convencimiento de que, desde luego, no era intención de los padres de la ciencia moderna reemplazar la ciencia clásica por una mera actividad de dilucidación de la estructura causal del mundo.

La ciencia clásica era marcadamente finalista; «teleológica» es la expresión. El espíritu que, por el contrario, animó la ciencia moderna era el de desalojar de ese ámbito del saber cualquier cosa que oliera a fin, propósito o intención. Pero no sólo eso.

Asevera, por ejemplo, Descartes:

[...] esas nociones me han enseñado que es posible llegar a conocimientos muy útiles para la vida y que, en lugar de la filosofía especulativa enseñada en las escuelas, es posible en-

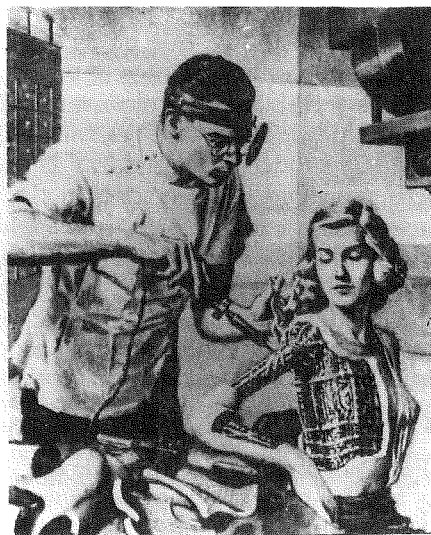
contrar una práctica por medio de la cual, conociendo la fuerza y las acciones del fuego, del agua, del aire, de los astros, de los cielos y de todos los demás cuerpos que nos rodean tan distintamente como conocemos los oficios varios de nuestros artesanos, podríamos aprovecharlos del mismo modo en todos los usos apropiados, y de esa suerte convertirnos como en dueños y poseedores de la naturaleza.¹

Con «esas nociones» se refiere Descartes a los conceptos de la física —la ciencia moderna por excelencia—.

Lo que esa cita evidencia es que su autor no concebía la ciencia moderna como una simple actividad contemplativa. La ciencia —viene a decirnos— explica (o debe explicar) para facilitar el *dominio de la naturaleza*. O como rotundamente enuncia Bacon en el *Novum Organum* (la primera gran exposición de la modernidad sobre el método científico):

Ciencia y poder humanos coinciden en una misma cosa, puesto que la ignorancia de la causa defrauda el efecto.²

Más claro, imposible.



Es difícil seguir sustentando una visión de la ciencia moderna como mera teoría después de citas como éstas. Y, desde luego, resulta imposible así hacerlo cuando uno trata de conocer *directamente* qué es lo que hace el científico moderno: tiende sobre todo a localizar causas de eventos para dominar o controlar técnicamente su producción.

La vocación tecnológica de la ciencia moderna es innegable para los conocedores de su historia. Como en otro lugar subrayo,³ las características definitorias de esa ciencia no han sido (repito) su aprecio de la cantidad y la búsqueda de causas eficientes tan sólo. Lo ha sido, *por encima de todo*, el afán de dominio tecnológico de la naturaleza.

Y digo «por encima de todo», porque, en gran medida, la adicción a la cantidad de la ciencia moderna le viene de su tendencia a controlar la naturaleza y no a la inversa.⁴ La ciencia moderna dilucida causas cuantificables porque parecen ser las únicas relevantes para el control de los fenómenos naturales. Las cualidades que éstos presenten pueden ser importantes para su descripción. Pero, con fines de dominio, sólo lo cuantificable (y únicamente parte de ello) posee interés.⁵

Es cierto que lo que acabo de enunciar resulta en un principio difícil de asumir por los llamados «científicos formales» y por los «científicos básicos» en general. Quizá los distinguos que siguen les ayuden a comprender algo más cuál es el objeto de su reflexión.

Las tecnologías como técnicas teorizadas

No deja de ser curioso que los partidarios de la interpretación de la ciencia como teoría —a los que denominaré, en lo sucesivo, «teoristas», y «teorismo» a la corriente en que se inscriben— digan tan a menudo cosas como que nadie sabe muy bien qué es eso de la técnica, y menos aún qué diferencias hay —si existen— entre una técnica y una tecnología.⁶ Al mismo tiempo, no dudan en llenar sus discursos con la palabra «teoría».

Pues bien, no deja de ser curiosa —repito— esa conducta, porque, si a algo se aplican bien las críticas de los

teoristas, es precisamente al concepto de teoría. «Teoría» es un término tan equívoco —tanto, tanto— que eso que los teoristas llaman «la estructura de las teorías científicas» recuerda más bien un mero producto de la fantasía.

Por «teoría científica» habría que entender al menos tres entidades distintas.⁷ Unas veces, las teorías son simples elucidaciones de por qué una técnica preteórica ha tenido, o no, éxito. Por ejemplo, la teoría de Semmelweis⁸ del contagio de la fiebre de post-parto por introducción de materia cadavérica en el torrente circulatorio de personas antes sanas venía a dar cuenta del éxito de la técnica de lavarse las manos y el instrumental quirúrgico con una solución de cal clorurada tras haber practicado una autopsia. O la teoría de la fermentación por microorganismos dilucidaba, por su parte, los buenos resultados que, desde tiempos remotos, habían alcanzado las técnicas con las que la humanidad se había abastecido de pan, yogur o cerveza. O esa misma teoría permitía dar cuenta del porqué de los logros de algunas técnicas, usadas por los chinos desde tiempos remotos, para producir a partir del estiércol lo que hoy llamamos «biogás», etc.

Al clarificar las causas sobre las que previamente incidían técnicas preteóricas *sin saberlo*, las teorías permiten la conversión de esas técnicas en tecnologías.⁹

Desearía ahora subrayar lo que sigue. Antes, al hablar de las posiciones típicas del teorismo, se ha dicho que el progreso científico consiste en la sustitución de unas teorías por otras.¹⁰ Se ha dicho también que ese reemplazo se produce porque las primeras teorías presentan problemas que las segundas resuelven. Se trata de cuestiones teóricas que, en suma, teóricamente se solucionan. Ahora estoy en situación de poder decir que esa concepción, cuanto menos, ofrece algunas dudas.

Pienso que la lectura de la historia de la ciencia sin prejuicios teoristas permite sustentar que, en el nivel *más básico* de la ciencia, los problemas que a ella conciernen y que científicamente se intentan resolver están íntimamente ligados a la práctica. Más claramente dicho: son problemas que caen en el ámbito de la técnica. Son cuestiones del tipo de por qué, como se cuestionaba Semmelweis,

cuando no se lavan con una solución de cal clorurada las manos o el instrumental empleado en una biopsia (y no exclusivamente en una autopsia), practicada a una paciente con fiebre de post-parto, suele contagiarse también esta enfermedad.¹¹

Así que estoy de acuerdo con quienes aseveran que la tecnología es teoría aplicada. Considero, con todo, que esa frase está inconclusa. Habría que decir: la tecnología es teoría aplicada... a la técnica. Al decir sólo que la tecnología es teoría aplicada parece que se concede una cierta prioridad a la teoría. Es como si se afirmase que primero debemos tener teorías a fin de poder tener tecnologías. Y ello es una verdad a medias. Al aseverar, por el contrario, el carácter aplicado de la teoría a la técnica, se da la prioridad a la técnica frente a la teoría.

En resumidas cuentas, la teoría —en este nivel básico— trata de dilucidar causas controladas por técnicas. El resultado de esa explicación es, en líneas generales, la sustitución de la técnica preteórica por una *técnica teorizada*, o el reemplazo de una técnica ya teorizada por otra nueva.¹²

Teorías y extrapolaciones tecnológicas

Pero, *no* todas las teorías científicas son de esa clase. Otras veces, son entramados lingüísticos que, basados sobre alguna tecnología, tratan de explicar de manera análoga (cuando no, idéntica) eventos pertenecientes a distintos dominios. Tan diferentes pueden ser estos ámbitos que, a primera vista, muchas de estas teorías (que llamaré en lo sucesivo «teorías de segundo nivel») parecen incurrir en groseras formas de *reduccionismo*.¹³

En general estas teorías se erigen sobre una tecnología dada y *algunos conceptos* de extraordinaria generalidad. Esos conceptos están involucrados en la parte teórica de la tecnología de partida. Las teorías de segundo nivel extienden la referencia de dichos conceptos desde su dominio inicial a nuevos ámbitos. Haciéndolo así —a través de esta *unificación teórica*— se considera justificada la extensión

de la tecnología (de que se ha partido) desde su área de aplicación primera a esos nuevos dominios.

Quizá un ejemplo aclare lo que pretendo decir. Sobre la tecnología de los ordenadores y los conceptos de *información y sistema procesador de información* se ha alzado en nuestro tiempo todo el tinglado impresionante de las llamadas «ciencias cognitivas». ¹⁴ En estas ciencias (identificadas tópicamente con teorías) se interconectan —entre otros— ordenadores y cerebros humanos, considerados ambos como sistemas que procesan información. Esa interconexión permite —según algunos— extender, de manera *epistemológicamente* justificada, la tecnología de los ordenadores desde el ámbito de los computadores al de los seres humanos. No se incurre, pues, en extrapolación alguna —se añade— al hacerlo así (figura 1).

Esa interconexión conceptual de ámbitos diversos y la subsiguiente exportación de la tecnología de partida a los mismos no van a dejar de tener comúnmente consecuencias de largo alcance. Por una parte, la unificación teórica induce siempre cambios en el significado de algún concep-

to previo, crucial en la cosmovisión dominante. Por ejemplo, la unificación teórica mecanicista identificó el ser humano (y los organismos vivos, en general) con máquinas; la unificación teórica emprendida por las ciencias cognitivas lo identifica con ordenadores. Ambos conceptos —los de máquina y ordenador— experimentan grandes variaciones en sus significados iniciales. Por otra parte, esa unificación va a justificar —como ya he dicho— la extensión de la tecnología de partida a los nuevos ámbitos. Ello puede entrañar secuelas de orden no sólo conceptual. Los que, basándose en unificaciones teóricas, justifican la ampliación del área de uso de una tecnología habitualmente no se privan de enfatizar que, haciéndolo así, están abriendo las puertas a profundos y deseables cambios sociales. En el caso de las *ciencias cognitivas*, por seguir con el mismo ejemplo, la identificación de ordenador y cerebro humano como una misma clase de sistema procesador de información ¹⁵ no sólo posibilita que se extiendan explicaciones desde el ámbito de la tecnología de ordenadores a dominios tales como la psicología de la memoria o la psicolingüística. Se dice, además, que va a haber también efectos sociales verdaderamente *revolucionarios*: desde la necesidad de introducir profundos cambios en la educación ¹⁶ a la conveniencia de generar nuevas formas de humanidad. ¹⁷

Superteorías

Finalmente, hay otros casos —me atrevería a decir: los demás casos— en los que se presenta como teorías científicas lo que hoy denominaríamos «programas metafísicos de investigación», o, simplemente, «superteorías». Se trata de entramados lingüísticos de gran generalidad, tanta que, en principio, parecen explicarlo todo. Y que, por tanto, no explican, estrictamente hablando, nada.

De esas superteorías, en definitiva, forman parte principios nada o difícilmente refutables. Pues, cuando uno cree hallarse ante un contraejemplo de lo que establecen, siempre hay quien aduce una dilucidación *más profunda*, que

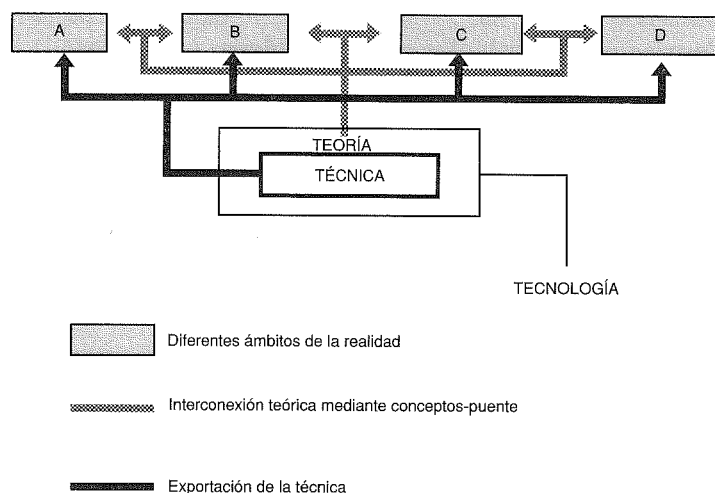


FIGURA 1. Las funciones de una teoría de segundo nivel

evidencia que la contradicción aludida sólo lo era en apariencia. Como paradigmas de superteorías, pienso en la formulación de la mecánica de los *Principia* de Newton o en las teorías de la evolución darwiniana y neodarwiniana.¹⁸

Estas superteorías son, pues, a modo de *marcos huecos*. Su contenido les viene suministrado, principalmente, por otras teorías que caen en su seno. En concreto: por las teorías de segundo nivel. A través de ese encajamiento, las teorías de segundo nivel dan carne a las superteorías. Éstas, a su vez, les prestan algo del amplísimo consenso que despiertan, pues las superteorías suelen aparecer como factores cruciales en la configuración de cosmovisiones, del modo de ver el mundo que se tiene en un momento dado —a menudo, un larguísimo momento: no años, sino siglos—. De ahí su gran importancia.¹⁹

Lo dicho no debe hacernos perder de vista, sin embargo, la ligazón habitualmente existente entre estas superteorías y la técnica. Y ello no sólo porque —como he dicho— una tecnología dada suele encajarse, a través de alguna teoría de segundo nivel, en una superteoría, sino porque ella misma suele ser un producto obtenido por reflexión sobre la teorización de alguna técnica.²⁰

No creo que, a estas alturas, sorprenda a nadie si asevero que los científicos o son tecnólogos o son metafísicos —en el sentido, esto último, de que cultivan superteorías—. Pueden, asimismo, trabajar con teorías de segundo nivel. Son entonces llamados comúnmente «científicos básicos». Pero las denominaciones no deben hacernos olvidar que tanto las teorías de segundo nivel cuanto, por norma, las superteorías dependen también —y mucho— de lo aplicado: suelen ser, al fin y al cabo, productos de la reflexión sobre tecnologías.

Revolución y valoración

Esta suerte de encajamiento o inclusión de unas teorías en otras tiene usualmente efectos importantes en lo que concierne a la *evaluación* misma de la tecnología que constituya el punto de partida.

Las evaluaciones de tecnologías son en nuestro tiempo predominantemente *economicistas*. Se efectúan en un marco cuyas coordenadas son costos y beneficios. Hasta hace poco, entre los primeros se habían contemplado por norma sólo o principalmente los que afectaban a esos supuestos factores internos de que he hablado en el capítulo anterior.²¹ Hoy, ante los graves problemas causados al medioambiente, está empezándose a incluir, entre los gastos iniciales, los costes de evitar algunos de los factores de contaminación más palpable.²² Con todo no se considera, ya no factible, sino incluso razonable contemplar *ab initio* otros factores, en particular los posibles impactos y riesgos sociales²³ que un desarrollo tecnológico pueda conllevar.

La justificación de ese proceder, la defensa del carácter no-razonable (otros prefieren decir «demagógico») de contemplar esos impactos y riesgos sociales a la hora de evaluar una tecnología, hay que ponerla en conexión con otro de los *lugares comunes* tratados en el capítulo 1. Me refiero al tópico quinto, que establece la habitual y acrítica consideración de que entre innovación técnica y progreso social existe una relación innegable de causa y efecto.²⁴ Si toda innovación técnica nos hace dar un paso más adelante en la senda del progreso hacia mundos cada vez mejores, ¿podemos razonablemente cuestionarnos la bondad de sus impactos sociales, hasta el punto de considerar que deben ser atendidos en el capítulo de los costos de una tecnología antes de su entrada en funcionamiento?

Identificar, pues, la evaluación de una tecnología con una mera técnica que nos permite calcular su rentabilidad como la *ratio* entre sus beneficios y sus costos conlleva haber adoptado una cierta *filosofía*, que es de hecho la que *justifica* tal modo de proceder, la que allana el camino eliminando cualquier obstáculo (aparente o real) que dificulte la mensuración dineraria. Como obstáculos se toman aún hoy algunos aspectos medioambientales y, sobre todo, los factores sociales.

Esa *filosofía* está integrada, por una parte, por una especie de teoría cuasiteológica (una teoría de esa clase fue la de la providencia divina. Desde el s. XVI, lo es la teoría del progreso).²⁵ Por otra parte, también forman

parte de ella alguna superteoría y la teoría (o las teorías) de segundo nivel que en dicha superteoría se incluya(n) y que, a su vez, se erija(n) sobre la tecnología que *propia-*mente trata de evaluarse. Perdonen este aparente galimatías. No es tal. Me explicaré con la figura 2 y el ejemplo que siguen.

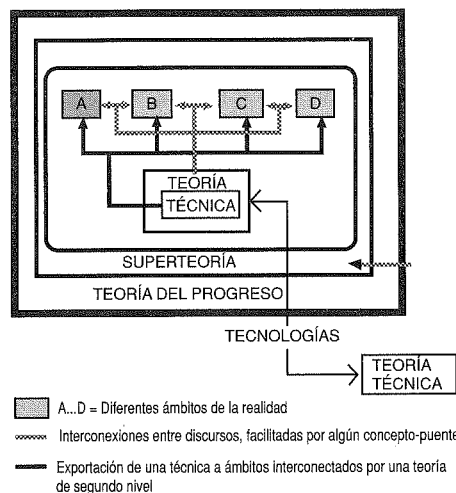


FIGURA 2. La maraña de teorías que envuelve usualmente una tecnología

Léase la figura 2, tomando como tecnología la de los ordenadores. Supongamos que quisiéramos hacer una evaluación del impacto de esa tecnología en algún ámbito determinado. No diré que esa evaluación no pueda en principio hacerse. De hecho yo mismo las hago. Lo que sí quiero insinuar al menos es que esa evaluación puede verse dificultada por una serie de proclamas, realizadas desde los ámbitos teóricos que sobre esa tecnología se montan.

Algunas de esas proclamas, en este caso, tienen que ver

con *el toque de familiaridad* entre ordenadores y seres humanos a que ya he aludido. La interconexión entre unos y otros viene dispensada por las *ciencias cognitivas*, que se identifican con la teoría de segundo nivel que interconecta los distintos ámbitos de la realidad (A...D) de la figura 2.²⁶ A su vez, las *ciencias cognitivas* se encajan en una superteoría. Se trata ahora del neodarwinismo. Esa inclusión, como todas las de su índole, no deja de tener efectos. En este caso los tiene directamente sobre la concepción que se posea de los seres vivos —y particularmente, sobre nuestra propia *autocomprensión*—. A través de esos efectos, dicho encajamiento influye a su vez sobre la valoración que en el ánimo de las gentes²⁷ se concede al desarrollo tecnológico en cuestión —en este caso, el ordenador—. La existencia de esa valoración es decisiva para que se mantenga incuestionable el carácter (tópicamente) autónomo de la tecnología. En el caso que nos ocupa, la valoración que ha tratado de inducirse en el común de la gente es que el ordenador (con el que se dice que compartimos taxón)²⁸ es nuestro sucesor evolutivo.

El argumento reza más o menos así. La evolución es un hecho que tiende a la emergencia de sistemas de procesamiento de la información cada vez más complejos. Hasta hace poco tiempo, nuestro cerebro ocupaba la cúspide de esa cadena. Pero, hay algo innegable: nuestro cerebro no ha experimentado variación desde hace muchísimo tiempo,²⁹ a la vez que un producto suyo —el ordenador— lo ha sobrepasado ampliamente tanto en capacidad de almacenamiento de datos, cuanto en velocidad de procesamiento de los mismos. Es evidente, pues, que estamos en presencia de quien ya nos ha desplazado de la mencionada cúspide. El ordenador es hoy quien la ocupa: el último grito evolutivo en la tendencia hacia sistemas cada vez más potentes para el procesamiento de la información.³⁰

Frente a la posible marginación o, incluso, extinción que de ese estado de cosas parece seguirse, aún le cabe una salida a nuestra especie. Hoy se está empezando a saber cómo está conectado interiormente el cerebro humano, cómo opera y dónde almacena sus recuerdos. Y lo más

pasmoso —se añade— «cerebros y ordenadores están haciéndose más similares de lo que nadie hubiera creído hace tan sólo unos años». Tan similares que:

Cuando los estudios sobre el cerebro alcancen este punto, un científico osado será capaz de aferrar el contenido de su propia mente y transferirlo al entretejido metálico de un ordenador. Puesto que la mente es la esencia del ser, será lícito decir que este científico habrá penetrado en el ordenador, y que ahora vive en él.³¹

El «punto» a que se alude es aquél en que nada menos que se podrá leer la mente de una persona. Trasladada a un ordenador, se habrá generado una forma de vida —los *cyborgs* o zomboides—³² que, desde esta perspectiva, debe ser tildada evidentemente de *superior*.³³ Obsérvese —esto es lo importante— cómo esa generación de nuevas formas de humanidad será posible merced a la extensión de la tecnología de los ordenadores desde el ámbito de los computadores al de los seres humanos, una extensión facilitada por la unificación teórica de esos ámbitos efectuada por las *ciencias cognitivas*.³⁴

A partir de la identificación de seres humanos y computadores con dos especies de un mismo género (el de informávoros), estas ciencias, erigidas sobre una tecnología determinada —en concreto, la de ordenadores—:

Primero, van a legitimar epistemológicamente la sustitución de seres humanos por computadores expertos en cuantas tareas requieran por su delicadeza un sistema de procesar información menos tosco y más rápido que el representado por nuestro cerebro.

Segundo (encajadas, a su vez, en una superteoría como en neodarwinismo), van a justificar ya no la conveniencia, sino la necesidad misma de ir pensando en la robotización de los seres humanos como salida al laberinto evolutivo en que parecen encontrarse.

Dicho ahora en términos generales, la *filosofía* que acompaña una tecnología puede por tanto:

1. Favorecer la extensión de esa tecnología desde su ámbito inicial a dominios cada vez más distintos y distan-

tes, una extensión —repito— que se considerará de este modo epistemológicamente justificada.

2. Favorecer cambios profundos en la cosmovisión dominante. Por 1, un buen número de entidades pasará a definirse en términos del producto suministrado por la tecnología en cuestión.³⁵ Pero, a su vez, esta conceptualización, encajada en una superteoría podrá inducir otros cambios notables. Por ejemplo —y habitualmente—, en la propia autocomprensión que la gente tenga de sí misma. A través de esos cambios puede facilitarse, nuevamente, la introducción de la tecnología de que se trate en más y más campos.³⁶ En eso se dice que consiste, precisamente, la *revolución* social: merced a la extensión del ámbito de operaciones del producto tecnológico en cuestión se sustenta, en estos casos, que se está en presencia de cambios revolucionarios.

Estos cantos revolucionarios, entonados por la *filosofía*³⁷ que acompaña una innovación tecnológica —digámoslo una vez más—, dificultan su evaluación técnica, presentando en ocasiones como no sujeta a razón cualquier demanda que se haga de evaluación preventiva de una tecnología. Y, particularmente, ese es el caso, cuando lo que se solicita es una evaluación social. Es decir: una valoración de la tecnología en lo concerniente no sólo a sus impactos, sino asimismo a sus riesgos sociales.

Incluso, hablar de «riesgos» es algo que suele poner nervioso al común de los tecnófilos, adictos siempre a las proclamas características de la *filosofía* que acompaña la tecnología en cuestión. Frente a «riesgos» oponen «revolución social» por obra y gracia de la innovación técnica.

Se genera así una suerte de modorra acrítica que parece envolver los desarrollos tecnológicos, una especie de ese «sonambulismo tecnológico» que otros mencionan,³⁸ un comportarse como si en nada y por nada hubiera que juzgar la tecnología. Si hoy no lo es, seguro que —como dice el tópico— la próxima ola de innovaciones sí será nuestra salvación; no hay pues que enfrentarle pero alguno.

Son esos *añadidos filosóficos* acerca del progreso, la salvación y demás, los que dificultan grandemente la labor crítica necesaria para que, de veras, una evaluación como

proceso técnico de valoración de una tecnología dada pueda funcionar de manera correcta. Incluso, a veces, se llega más lejos y son proclamadas como ésas, acerca de una eternidad al alcance de la mano por obra y gracia de una innovación tecnológica, las que (repito) unos aducen cuando otros estipulan la simple conveniencia de practicar evaluaciones de la tecnología. ¿Evaluar, cuando los beneficios son tan patentes? Y lo más curioso es que, al enumerar esos beneficios, suelen dejar a un lado las consecuencias materiales que la tecnología en cuestión realmente tiene.³⁹

Pues bien, en lo que sigue (partes segunda y tercera, respectivamente, de esta obra) trataré de hacer dos cosas. Primero, analizaré esos *añadidos* suministrados por teorías de segundo nivel y superteorías. Denominaré «*evaluación filosófica* de una tecnología» a esa suerte de análisis. Segundo, intentaré mostrar cómo se podría valorar la tecnología en cuestión en un entramado cuyas coordenadas están constituidas por sus impactos y riesgos medioambientales y sociales. En este último caso, será propiamente una técnica (más la o las teorías de primer nivel que diluciden las causas sobre las que ella opere) lo que se evalúe. Denominaré «técnica» en lo sucesivo a esta segunda clase de evaluación.⁴⁰

NOTAS

1. *Discurso del Método*, Sexta Parte (citado de la edición en castellano preparada por R. Frondizi para Alianza, Madrid, 1979, pp. 117-121).

2. Buenos Aires, Losada, p. 72.

3. «La historia se repite: nuevas formas de un viejo tema. Los determinismos biológicos», *Taula* (en prensa).

4. Véase a este respecto la interesante obra de Michael Shallis, *El idolo de silicio*, Barcelona, Salvat, 1986 (especialmente, su punto 7).

5. Cuando una parcela del saber ha aspirado a convertirse en científica, como la psicología o la sociología a fines del pasado siglo, se ha extendido a ella un auténtico culto al número junto al control de causas. (El caso Watson, padre fundador de la psicología científica, está analizado a este respecto en la obra de Philip J. Pauly, *Controlling Life*, Oxford y Nueva York, Oxford University Press, 1987.)

6. Clásicamente: la técnica es el género; la tecnología es una especie

dentro de ese género —exactamente, la técnica que resulta de aplicar la ciencia—.

7. Véase a este respecto la parte primera de mi libro *Los nuevos re-ventores*, Barcelona, Anthropos, ¹1987, ²1989 (Nueva Ciencia, 1).

Asimismo son interesantes a este respecto: Manuel Medina, «Extravíos racionales», *Anthropos* (Barcelona), 82-83, marzo-abril (1988), 62-69; José Sanmartín, «Reflexiones en torno a la cuestionable primacía de lo teórico», *Arbor* (Madrid), 507, marzo (1988), 29-45; y, sobre todo, Manuel Medina y José Sanmartín, «A New Role for Philosophy and Technology Studies in Spain», *Technology in Society* (Nueva York), 11, 4 (1989), 447-455.

8. Semmelweis fue durante un cierto tiempo el rigor de las desdichas. Habiéndose hecho cargo de una sala de ginecología del Hospital General de Viena hacia 1844, se encontró con que la mayor parte de las mujeres por él tratadas se morían de fiebre de posparto. No sucedía lo mismo en la otra sala de ginecología, existente también en dicho hospital a cargo de otro médico. Con lo que la valía de Semmelweis (que, además, era de origen húngaro) debió ser bastante más que cuestionada. (Sobre este tema vean, por ejemplo, Carl G. Hempel, *Filosofía de la ciencia natural*, Madrid, Alianza, ¹1973, pp. 16-20.)

9. Quizá el ejemplo que sigue clarifique lo que intento decir. A partir de la descomposición de restos de caña de azúcar se había venido obteniendo etanol desde hacía muchísimo tiempo en el continente americano. La teoría de la fermentación, a partir de Pasteur, permitió aclarar las causas de esa producción, técnicamente efectuada hasta entonces de una *manera ciega*. A su vez las teorías de la genética molecular y las tecnologías genéticas que la acompañan permiten hoy convertir las técnicas preteóricas de fabricación de etanol en técnicas teorizadas o tecnologías. En este sentido, ya no se canaliza simplemente mediante técnicas la actuación de microorganismos —cuya existencia y acción se ignoraba en un principio—, sino que se piensa en intervenir el genotipo de alguna levadura con el fin de que pueda elaborar etanol a partir no ya de la caña de azúcar, sino de un producto tan abundante como el almidón.

Se sabe, en efecto, que algunas bacterias producen amilasas: enzimas que rompen las moléculas de almidón, liberando los azúcares. La inserción en una levadura de uno de los genes responsables de la síntesis de amilasas y la creación, consiguiente de un clon, debería permitir contar en poco tiempo con microorganismos capaces de producir etanol a partir de almidón.

Todavía mejor (pero muchísimo más peligrosa) parece la promesa de la ingeniería genética de crear un clon híbrido de un hongo (como el *Trichoderma reesei*, el *Polyporus anceps* o el *Coriolus hirsutus*) y de una de esas levaduras. Tales hongos tienen una propiedad muy notable: pueden descomponer la celulosa de las paredes celulares de la madera, produciendo glucosa. La localización del gen (o genes) responsable en alguno de esos hongos de tal carácter y su inserción, subsiguiente, en alguna levadura podrían permitirnos tener pronto microorganismos productores de etanol abundante a partir de la no menos abundante y barata madera (que pronto dejaría de ser abundante si alguno de esos microorganismos

se descontrolara, con los consiguientes gravísimos problemas ecológicos).

Sobre estos temas, les recomiendo la lectura de mi libro *Los nuevos redentores*, Barcelona, Anthropos, ¹1987, ²1989 (Nueva Ciencia, 1).

10. Véase el tópico cuarto del capítulo anterior.

11. La teoría de Semmelweis (véase nota 8) acerca del contagio por introducción de materia cadavérica en el torrente circulatorio de personas antes sanas se adecuaba muy bien a los casos de los usos del instrumental quirúrgico tras autopsias. Al detectarse asimismo contagios tras biopsias, Semmelweis decretó —en la sala del hospital de Viena en que trabajaba— lo que hoy llamaríamos la esterilización de los útiles quirúrgicos tras cualquier uso. Fue esta una directriz que le dio pronto buenos resultados. Aunque se tendría que aguardar a Pasteur, nuevamente, para disponer de una teoría que permitiera identificar microorganismos con las causas del contagio, controladas sin saberlo a través de las medidas dictadas por Semmelweis.

12. Considero que las expresiones «técnica teorizada» y «tecnología» son sinónimas.

13. Hay diversas formas de reduccionismo. Hay un *reduccionismo ontológico* que asevera algo así como el dicho del Eclesiastés «No hay nada nuevo bajo el sol»: cuanto existe no es más que combinación de (por el momento) las partículas elementales creadas en la Gran Explosión. Hay también un *reduccionismo metodológico*: todos los métodos se reducen a uno, a saber, el método crítico característico de la ciencia. Y, finalmente, hay una modalidad *epistemológica* de reduccionismo. Es a esta última a la que hago referencia en el texto. Por «reduccionismo epistemológico» se entiende la reducción de unas teorías a otras y, en último extremo, a una sola —que suele ser la ciencia físico-química—. En nuestro tiempo ese reduccionismo epistemológico conduce con frecuencia a aseverar que la sociología se reduce a biología y la biología a físico-química. O lo que es lo mismo: un comportamiento social se explica sobre la base de la biología de los individuos involucrados y esa biología, a su vez, se dilucida a partir de las leyes y principios de las partículas elementales que constituyen esos individuos.

14. Se trata de una mezcla de inteligencia artificial, lingüística teórica y psicología cognitiva.

15. En las *ciencias cognitivas* el cerebro humano se concibe como un sistema de tratamiento de información, un computador en suma, de alta complejidad. Hay quienes en este contexto se limitan a decir que el computador *simula* operaciones del cerebro humano y sirve para entender cómo funciona este último. Pero hay quienes estiman que el computador no es que imite el pensamiento, sino que *piensa*. Llevados por opiniones de esta índole no dudan, entonces, en crear un nuevo taxón, más exactamente: un nuevo género, del que forman parte dos especies: humanos y ordenadores. La característica más relevante de ese género consistiría en ser *informávoros*: comedores de información (véase, por ejemplo, G.A. Miller, «Informavores», en F. Machlup y U. Mansfield (eds.), *The Study of Information: Interdisciplinary Messages*, Nueva York, Wiley, 1984).

Consideraciones, como las acabadas de aludir, tienen gran importancia para comprender la índole de lo que he llamado «teorías de segundo

nivel». En efecto, mientras se piensa que algo es un modelo de otra entidad y por modelo se entiende, a su vez, una simple metáfora, las teorías concernientes al modelo pueden *extrapolarse* a la entidad modelada. Pero, sólo eso. Y ya se sabe el carácter indeseable que epistemológicamente tienen las extrapolaciones. Cuando, en cambio, se asevera que el modelo no es que sea una metáfora, sino que reproduce la realidad *literalmente*, entonces puede decirse con rigor —sin extrapolaciones— que modelo y entidad modelada (cuanto menos) tienen actuaciones que se producen de la misma forma. No hay imitación. Hay coincidencia. Ambas entidades, en suma, desarrollan el mismo proceso. En el caso que nos interesa: computadores y cerebros humanos son sistemas que tratan información —o que piensan—.

Esa identificación, como aseveran algunos de sus más firmes partidarios (véase, por ejemplo, Zenon W. Pylyshyn, *Computación y conocimiento*, Madrid, Debate, 1988) tiene consecuencias de importancia. Entre ellas, poder aplicar las teorías desarrolladas para computadores a seres humanos. Y hacerlo —se dice— con sentido. Esa aplicación suministra además la base para que la extensión de una determinada tecnología —en este caso, la de ordenadores— a un nuevo ámbito (ahora, el cerebro humano) no se considere una práctica espuria, sino absolutamente legítima.

16. Por un lado, hay pedagogos que consideran que no es sólo absolutamente perentorio enseñar hoy mediante ordenadores. No es que sea preciso actualmente introducir el ordenador en el aula, como un medio para la docencia. Es necesario también —y sobre todo— enseñar a los estudiantes a que *piensen en el pensar*. Con este juego de palabras quieren decir lo siguiente. Es preciso enseñar a los estudiantes cómo construir sus propias estructuras intelectuales. El modo en que pueden construirlas —defienden, finalmente— es aprendiendo a manejar un lenguaje de programación como el Logo. En opinión de algunos cognitivistas este lenguaje es uno de los esfuerzos mayores y más sistemáticos llevados a cabo en el ámbito de la educación en los últimos tiempos. Desde el momento en que estimula al estudiante a *hacer pruebas* (lo que se identifica con descubrir) y luego *corregirlas*, se le está induciendo —se cree, al menos— a *pensar en el pensar*. Aunque yo me atrevería a decir que a lo que se le está inclinando es a pensar que el pensamiento no es sino programación y autocorrección. Lo que es algo muy distinto.

Pensar así es, desde luego, hacerlo (al menos, por las apariencias) como ordenadores. Lo que, a la postre, lleva a algunos cognitivistas a pensar que somos ordenadores. Y, ¿qué mejor, entonces, que un ordenador enseñe a otro?

Más aún. Cualquiera sabe que los maestros humanos tienen ciertas capacidades limitadas, fobias y filias, una *paciencia* no excesivamente grande y unos estados de ánimo cambiantes (además de estar mal pagados —o por eso mismo—).

Ante un ordenador, por el contrario, todos los alumnos son iguales. El ordenador no tiene preferidos. Su *paciencia* es enorme: puede repetir una y otra vez lo mismo sobre el mismo tema hasta que el estudiante acabe por entenderlo (o se aburra y lo deje). Pero, es más, a un ordenador se le puede dar muchísima más información (es decir: datos) que la que podría

conseguir un maestro dedicando toda su vida al estudio. Se le podrían introducir, incluso, millones y millones de datos de un área de conocimiento, hasta hacer de él un *experto* en algún tema (sobre los ordenadores expertos les recomiendo el libro de Hubert L. Dreyfus y Stuart E. Dreyfus, *Mind over Machine. The Power of Human Intuition and Expertise in the Era of the Computer*, Nueva York, The Free Press, 1986). Cabría así la posibilidad de contar con ordenadores expertos en las lides de la enseñanza, como ya los hay en psiquiatría o en jurisprudencia. No se trataría, entonces, de —repito— enseñar con ordenadores, sino de sustituir maestros humanos (siempre problemáticos, como humanos) por expertos ordenadores enseñantes.

Deseo que no pierdan ustedes de vista en este punto cómo esa extensión de la tecnología informática al ámbito humano viene respaldada por la existencia previa de teorías de segundo nivel. No son ahora teorías acerca de técnicas preteóricas. Lo son acerca de tecnologías que se pretenden exportar a otros ámbitos distintos del que las ha visto nacer. Se trata, en este caso, de las teorías desarrolladas por las *ciencias cognitivas*, a partir de la identificación básica de seres humanos y ordenadores con sistemas de procesamiento de información. Y de la consideración, en consecuencia, de que educar a un humano no es otra cosa que introducir en su memoria datos y más datos.

17. El neconductista Skinner dijo una vez: «Los desastrosos efectos del sentido común en la dirección del comportamiento humano son evidentes en cada aspecto de la vida, desde sucesos internacionales hasta el cuidado de un bebé, y continuaremos siendo tan ineptos mientras un análisis científico no ponga en claro las ventajas de una tecnología más efectiva» (*About Behaviorism*, Nueva York, Alfred A. Knopf, 1974, pp. 234-251).

Naturalmente que la tecnología más efectiva a que él alude es la propia de la terapia de modificación de conducta por él mismo desarrollada. Faltaría más.

Aduzco esa cita, sin embargo, porque corresponde muy bien a lo que todo un conjunto, no ya de conductistas, sino de cognitivistas de reconocido prestigio sustentan acerca del ser humano y la necesidad de su sustitución al frente de las empresas de importancia.

El ser humano, vienen a decir, es poco fiable. Su memoria es flaca. Su modelo mental, confuso y variable. Tan variable que puede cambiar en el transcurso de pocos minutos. En cambio, las empresas por él acometidas exigen, para su recta dirección, muchos datos y mucha rapidez en su proceso, según un modelo que no varíe. Entre esas empresas no se hallan sólo entes tan prosaicos como los bancos y sus sistemas de concesión de créditos. Están también las mismas empresas de la guerra o de las tareas de gobierno (véase a este respecto Th. Roszak, *El culto a la información*, Barcelona, Crítica, 1989 —en particular el capítulo que lleva por título «En malas manos»—).

El sustituto no tiene por qué ser necesariamente un ser humano tal y como ahora lo conocemos. Podría ser un híbrido de ser humano y ordenador, o, meramente, un ordenador. Sobre estos temas volveré seguidamente en el texto.

18. Se entiende por «neodarwinismo» o «teoría sintética» la teoría de la evolución, surgida en este siglo como síntesis (de ahí el segundo nombre) de los desarrollos mendelianos y el concepto darwiniano de selección natural. (Les recomiendo a este respecto la lectura del libro de Th. Dobzhansky y F.J. Ayala [eds.], *Evolución*, Barcelona, Omega, 1980, y el texto de J. Sanmartín y otros [eds.], *Genética y Conducta*, Valencia, Tirant lo Blanch, 1986.)

19. El caso de la teoría (mejor sería decir «superteoría») de la evolución darwiniana es paradigmático a este respecto. Desde Darwin puede decirse que la idea de la evolución forma parte de cómo el ser humano —al menos, el occidental— ve el mundo. Una realidad que observa, además, *cambiando a través de una lucha* constante por la supervivencia. En esa lucha vencen los más aptos. Son los que superan las dificultades que, sin cesar, la naturaleza va oponiendo a su marcha. La naturaleza *los selecciona*.

20. Con un ejemplo, el darwinismo no es otra cosa que un producto de la reflexión sobre la teorización de algunas prácticas de selección en agricultura y ganadería, una teorización suministrada, en buena medida, por el malthusianismo y el uniformismo de Charles Lyell.

21. Luego, conforme se causen problemas medioambientales, se irán introduciendo (en el mejor de los casos) medidas correctoras. Éstas pueden a la larga motivar que empresas tenidas inicialmente como rentables (por ejemplo, las que usan tecnología nuclear para producción energética) resulten no serlo. Claro está que, también de ordinario, ese fiasco no repercutirá negativamente sobre el capital de la empresa en cuestión, sino sobre el bolsillo del usuario de sus servicios.

22. Siempre hay en estos casos quien plantea problemas que todo lo enturbian. Por ejemplo, ¿cuánto vale un kilo de aire puro?, ¿vale el aire sin contaminar más o menos que los artilugios introducidos en una empresa para evitar su contaminación?, etc. Son éstas preguntas que sólo tienen sentido en un marco economicista en el que se pretende adscribir un número (el dinero lo es) a todo.

23. Hago mía la distinción entre impactos y riesgos de L. Winner (*La ballena y el reactor*, Barcelona, Gedisa, 1987, pp. 26-32). Hablar de riesgos no comporta los añadidos indeseables que acompañan el discurso en torno a impactos. Cuando se habla de los impactos de una tecnología, se está presuponiendo que esa tecnología ya ha sido aplicada con sus efectos consiguientes. O que va a ser aplicada y, por tanto, esos efectos se producirán, quíerase o no. La labor, entonces, de quienes evalúan las tecnologías parece reducirse a identificar, observar y explicar esos efectos. Eso hace decir simpáticamente a Winner que equivale a ser aplastado por una apisonadora y, luego, levantarse y medir con cuidado las huellas.

24. Asimismo hay que relacionarlo con el tópico de que la tecnología suministra sólo obras o instrumentos que poseen un uso ocasional, cuando lo bien cierto es que tanta importancia o más que las tecnologías instrumentales tienen las llamadas «tecnologías sociales». Y, además, frente a ese carácter ocasional que se dice que tienen los usos de la tecnología, es evidente que la elección de una tecnología (importante) significa de ordinario optar por una forma posible de vida frente a otras (las propicia-

das por otras tecnologías). No hay un uso ocasional. Sólo por la adopción de una tecnología de esta índole, hay nada más ni nada menos que un cambio en las formas de vida. Sin duda alguna, por poner un ejemplo, la introducción del ordenador-maestro, del ordenador-psiquiatra, del ordenador-jurista, del ordenador-ejecutivo... en nuestra sociedad está conllevando cambios en nuestra forma de vida. Esas variaciones son aún mucho más patentes cuando tienen que ver con procesos de automatización y robotización en sectores productivos industriales o de servicios.

25. No se quiere decir con ello que, antes del s. XVI, no hubiera habido constatación alguna de avances en determinados sectores. No es eso. La idea de progreso no conlleva sólo asumir que hay cambios a mejor. «Se puede concebir que la civilización haya avanzado gradualmente durante el pasado, pero la idea de Progreso no aparece hasta que se conciba que la civilización está destinada a avanzar indefinidamente en el futuro» dice J. Bury (*La idea del progreso*, Madrid, Alianza, 1971, p. 18). En definitiva, la teoría del progreso lo que establece es que se alcanzan sucesivamente órdenes sociales mejores y ello de forma indefinida desde un punto de vista temporal. En esos logros, la ciencia juega el papel primordial. Pues bien, esta caracterización únicamente comienza a abrirse paso en la *cultura* occidental a partir del siglo XVI (de nuevo, con Bacon).

26. Esa interconexión se logra mediante el establecimiento de unos conceptos-puente entre los discursos (cognitivos) que versan sobre dichas parcelas. En este caso, como conceptos-puente se toman (repito una vez más) los de *información* y *sistema procesador de información*. Así se dice, por ejemplo, que algunos protozoos procesan mediante un punto fotosensible la información que les viene del exterior en forma de ondas lumínicas; los batracios procesan esa misma información mediante los ojos; los...; hasta llegar a los seres humanos cuyo pensamiento (cuanto menos, durante mucho tiempo) se ha identificado principalmente con procesar información. Un nuevo —y por ahora último— ámbito que se interconectará al de los seres humanos, batracios, protozoos, es el de los ordenadores, la postrera palabra en lo tocante a procesamiento de información.

27. No se trata de la evaluación como técnica, sino de la valoración que inconscientemente va a hacer el común de la ciudadanía.

28. Véase nota 15.

29. Hubo una evolución considerable que llevó desde el cerebro reducido del *Australopithecus africanus* (unos 400 cm³) al voluminoso del *Homo sapiens* (más de 1.000 cm³). Pero, eso fue todo. Desde entonces, prácticamente el cerebro parece evolutivamente detenido. La historia de la evolución humana puede haber terminado (*El telar mágico*, Barcelona, Salvat, 1985, p. 143).

30. Pero, entonces, ¿qué destino aguarda al ser humano? «Quizá se extinga, como hizo el *Australopithecus* antes que él; más del 90 % de todas las formas de vida que han existido sobre la Tierra se han extinguido. O puede que sobreviva sin cambios, convirtiéndose en el distante futuro en un fósil viviente como la ostra. Este destino puede que esté ya muy cerca de nosotros» dice Jastrow (*ibid.*, p. 143).

Citas como ésta destilan una visión pesimista del futuro humano. La misma tecnología que elimina de la naturaleza cuanto nos hace necesita-

dos va a terminar por eliminarnos a nosotros mismos o, al menos, bajarnos del podio en que actualmente creemos encontrarnos como especie más evolucionada. Siempre, claro está, que aceptemos que la evolución —repito— es un hecho y que tiende a la emergencia de sistemas cada vez más complejos para el tratamiento de la información.

Podría alguien sustentar en este punto que ese futuro, por lo demás, sólo puede parecer negro a quienes, desde posiciones esencialistas (es decir, desde la aceptación de que hay algo así como una *naturaleza* humana fija), realmente no han entendido que quizá eso signifique dar al traste con mecanismos biológicos, naturalmente producidos. Que lo importante, empero, no es tanto aquí el órgano cuanto la función. Que, en suma, lo que al mismo ser humano le ha dado su preeminencia entre los restantes seres vivos no ha sido tener un cerebro de mayor volumen, sino *ser inteligente*. Que haya terminado, pues, la evolución biológica del cerebro no quiere decir —se concluye, finalmente— que la evolución de la inteligencia haya acabado también.

Esa forma de vida superior —cosa esta fácil de adivinar en el contexto en que nos movemos— es la representada por el ordenador.

31. *Ibid.*, pp. 175-176.

32. Los *cyborgs* (abreviatura de *cybernetic organisms*) o zomboides son seres humanos a los que se ha robotizado de manera irreversible, mediante la implantación de un ordenador en su cerebro (véase, por ejemplo, V. Packard, *The People Shapers*, Londres, Futura, 1978, o «Escenas del siglo XXI», de R. Sheckley en el delirante libro *Robótica*, de M. Minsky (ed.), Barcelona, Planeta, 1986).

33. En estos contextos son frecuentes lo que, en sentido estricto, hay que denominar extravíos o delirios. Hay quienes piensan en la robotización de seres humanos como medio de evitarles un cruel destino en la forma de paro y pobreza. Hay quienes van mucho más lejos y llegan a defender que «el estado de zomboides coincide con la vieja definición del sabio considerando la persona que percibe pero sin verse a sí mismo, percibiendo, cuya inteligencia va más allá del deseo, que contempla la vida sin comentar nada interiormente, el testigo puro, el centro inmóvil. Muchos comentaristas autorizados consideran que este estado, más allá del dolor o del placer, es el puro éxtasis», dice Sheckley (*ibid.*, p. 237).

Aserciones así deberían verse como los peores enemigos que cabe imaginar para la tecnología.

34. Dicho de otro modo, el cognitivismo, erigido como una teoría de segundo nivel sobre la tecnología de ordenadores, conecta ámbitos que podrían tomarse, en principio, como muy distantes y distintos en objeto y método. Seres humanos y computadores, en concreto, se abordan desde esa perspectiva teórica, en cambio, como dos especies del mismo género. Y a partir de esa identificación genérica habrá —como ciertamente ha habido— quienes intenten justificar desde la necesidad de introducir cambios *revolucionarios* en la educación hasta la aceptación sumisa de nuestro reemplazo en cuantas tareas requieran mayor inteligencia (información) que la que puede caracterizarnos a los humanos. Todas esas modificaciones serán factibles merced a la extensión de una tecnología desde un ámbito —el de los computadores— a otro ámbito —el de los seres huma-

nos—. Esa ampliación no adoptará el carácter de una extrapolación. Será, por el contrario, una extensión epistemológicamente legítima, al estar interconectadas esas áreas por teorías que compartan conceptos clave. Luego, el encajamiento de esas teorías en superteorías —el neodarwinismo, en este caso— posibilitará introducir cambios de suma importancia en nuestra cosmovisión, permitiéndonos comprender lo optimista de nuestro reemplazo evolutivo por nuestros congéneres, los ordenadores, en vista de las tendencias evolutivas existentes. Nada más, ni nada menos.

35. Así, en el caso de la tecnología de ordenadores, todo ser vivo acabará viéndose como un computador más o menos evolucionado.

36. En el caso de la tecnología de ordenadores, esos campos van desde las tareas de cálculo hasta las labores del hogar, pasando por cuantas áreas se supone que precisan que se manejen más datos y más rápidamente de lo que el ser humano puede hacer. Cada vez hay más campos para sistemas expertos, es decir, para sistemas informáticos que desplazan a seres humanos. No habría nada que objetar si, ciertamente, en esos campos lo que se necesita es manejar mayor cantidad de datos y con mayor velocidad. No creo que eso sea así en el caso de la jurisprudencia, las tareas militares, las labores económicas o las psiquiátricas.

37. Y el periodismo científico.

38. Me refiero, en particular, a L. Winner (véase su libro *La ballena y el reactor*, Barcelona, Gedisa, 1987, pp. 21-26).

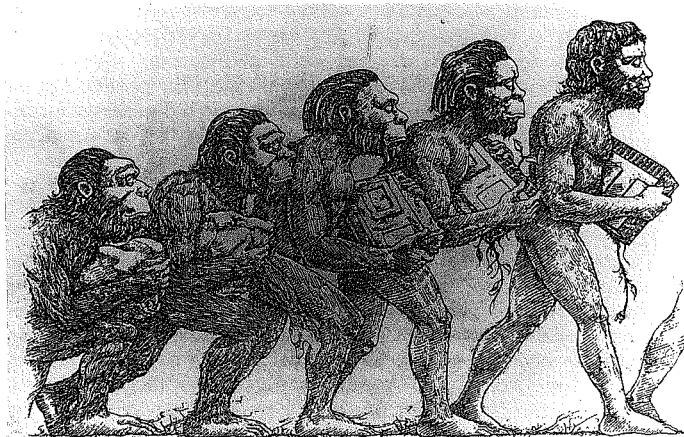
39. En el caso de la tecnología de los ordenadores, en lugar de hablar de las ventajas de apoyo que encuentra el ser humano en artefactos como éstos, cuya gran capacidad de almacenamiento de datos y rapidez de cálculo los torna extraordinariamente útiles en la resolución de muchísimos problemas vitales para la buena marcha de la sociedad de nuestro tiempo. En lugar de hablar, repito, de esas importantísimas ventajas es común que el discurso sobre los ordenadores degenere en pasar revista a asuntos que más bien podrían tomarse como propios de la ciencia-ficción: primero, se plantea la necesidad de reemplazar seres humanos por sistemas expertos; luego, se acaba perorando acerca de la necesidad de robotizar a la humanidad. Estos son asuntos que suelen condenar una determinada tecnología a un destino (el cumplimiento de promesas) que le podía haber sido perfectamente ajeno.

40. Este es un tema recurrente en las discusiones del Instituto de Investigaciones sobre Ciencia y Tecnología (INVESCIT), del que soy actualmente director. Creo que de los distingos hechos en esta obra tan padre es Manuel Medina como yo mismo.

Evaluar filosóficamente la técnica es algo así como quitarle las vestimentas al emperador para conocer realmente las características de su físico. O, simplemente, ver al emperador tal como está en el cuento: en cueros y no adornado con los atuendos que se le supone. Lo que no significa, en modo alguno, que no pueda estar espléndido en su desnudez.

Con demasiada frecuencia, el traje que arropa la técnica está ampulosamente constituido por mitos propagandísticos y declaraciones tecnofanáticas. Pero no sólo por eso. Hay otra suerte de *añadidos a la técnica*. Se trata de aserciones que se tienen por bien fundamentadas a partir de teorías científicas relacionadas con la técnica en cuestión.¹

Todas esas adiciones *distraen* extraordinariamente la atención que, en caso contrario, debería prestarse a las cuestiones clave de la técnica de que se trate. No me refiero, en este punto, tanto a la atención de los especialistas en la materia cuanto a la propia del cuerpo social no-técnico. Es esta última la que ese cinturón de adiciones trata de dirigir hacia unos aspectos de una técnica en detrimento de otros.



Algo sobre el imperativo tecnológico

Entre los integrantes de ese cinturón de adiciones —que llamaré, en lo sucesivo, «cinturón de *distractores*»— es muy difícil hacer distinguos. Con frecuencia, no resulta sencillo diferenciar una declaración tecnofanática de la que no lo es. Entre otras cosas, porque lo común es que la primera no sea tanto el fruto de una imaginación desbordada cuanto la consecuencia más o menos directa de alguna teoría científica bien establecida y, más en particular, de una superteoría.²

Algo común a esas declaraciones es que adoptan la forma de manifestaciones que acríticamente se efectúan desde el propio entramado tecnocientífico, y que responden a una aceptación sumisa del *imperativo tecnológico*. Me refiero a ese mandato que dice: lo que técnicamente puede hacerse, hagámoslo. A ese tópico, en suma, que acompaña las tecnologías y que viene a establecer que es irracional impedir que, en primer lugar, nuestra mente conciba cualquier técnica y, en segundo lugar, la desarrolle y aplique

(industrialmente, si se puede). Y ello, porque toda innovación técnica es siempre un paso adelante en la senda del progreso.³ Porque (si se trata de una tecnología de importancia) esa innovación va a deparrarnos un mundo mejor a través de un proceso auténticamente *revolucionario*.

Por ejemplo, Joseph Weizenbaum comenzaba una *reensión*⁴ con la siguiente cita:

En resumen: en el próximo futuro nadie podrá aspirar plausiblemente a la intelectualidad sin una dependencia íntima de XXX. Los intelectuales que persisten en su indiferencia, por no decir en su esnobismo, se encontrarán varados en algún exótico museo del intelecto, obligados a vivir petulantemente y de modo bastante irrelevante de la caridad de quienes comprenden las dimensiones reales de la revolución y pueden tratar con el nuevo mundo que se está creando.

Luego, proponía Weizenbaum un acertijo. Consistía en saber, exactamente, qué palabras estaban sustituidas por XXX en ese párrafo.

La verdad es que la frase tiene pleno sentido reemplazando XXX tanto por Cristo, cuanto por Marx, Mao, Hitler o Jomeini, por poner casos extremos.

Pero, no. XXX sustituye realmente la expresión «este nuevo instrumento» en un célebre libro de Edward A. Feigenbaum y Pamela McCorduck, de donde se ha tomado el párrafo citado.⁵

Por «este nuevo instrumento» se entiende el computador. Así que esa cita lo que establece es que, en un futuro cercano, la intelectualidad superviviente por méritos propios será aquella cuya mente dependa del ordenador. La otra, la intelectualidad anquilosada que ignora los beneficios que va a reportar la *revolución* signficada por el computador, será arrinconada y condenada a vivir en un museo de objetos raros.⁶ El porvenir es de los que *están en línea* con el ordenador y sus consecuencias.

Todos hemos oído o leído alguna vez aserciones como esas. Suelen plantear una alternativa: o la *revolución* que nos traerá un mundo mejor o el estancamiento y el retor-

no a las cavernas —símbolo de un pasado negativo—. ⁷ Elegir esto último equivale, entonces, a no obrar de acuerdo con el espíritu de los nuevos tiempos. Cosa, a su vez, que puede dar la ventaja a nuestros competidores. ⁸

La revolución pendiente

Quizá sea su carácter *revolucionario* la nota más llamativa de las tecnologías que se presumen de enjundia, como la informática o la ingeniería genética en nuestra época. ⁹ No basta decir de ellas que conllevan tal o cual ventaja material, quizá valiosísima. No. Se intenta, además, hacer depender de su *mera* introducción el estallido de una verdadera *revolución* que nos deparará un *nuevo mundo* de posibilidades cuasiinconcebibles. ¹⁰ Un nuevo mundo a cuyo parto coadyuvarán cuantos entiendan desde un principio las enormes potencialidades del artefacto tecnológico en cuestión y se plieguen a su uso y difusión. Un nuevo mundo —dicen— que barrerá a quienes se le opongan. ¹¹

Ese nuevo mundo que —se dice hoy que— nos aguarda lleva el nombre de «Era de la Información», una era *determinada* por la introducción masiva de ordenadores (en particular, ordenadores personales), por la generalización del uso de redes de ordenadores y por el empleo creciente de robots y teleoperaciones. De todo ello se espera:

a) *En un plano político*, que pueda hacerse realidad lo hasta hoy tenido por un bello sueño: la *democracia semidirecta*. La participación, en definitiva, de los ciudadanos en cuantas tomas de decisión se estimen importantes para la vida de su comunidad (local, provincial, regional, nacional o transnacional). Una participación esta que adoptará la forma de emisión matizada de opiniones a través de ordenadores. Morirán las elecciones del sí o el no, las listas cerradas y otras zarandajas.

b) *En un plano económico*, que se automatice y robotice (cuanto menos) los sectores industrial y de servicios. De esta suerte, se incrementará notablemente la productividad a costos reducidos.

c) *En un plano social*, que se genere un tiempo verda-

deramente libre. La robotización y automatización de industrias y servicios no sólo aumentará el bienestar. El ser humano —reemplazado por máquinas— se irá independizando paulatinamente del trabajo, empezando por las tareas más rutinarias, desagradables y peligrosas.

Bienestar y tiempo libre facilitarán, a su vez, nuestra dedicación a labores más dignas de nuestra naturaleza: a la autoformación, principalmente. Nuestra educación resultará más fácil y profunda merced (nuevamente) a la *revolución* de las técnicas de la información y de la comunicación. Éstas no sólo nos posibilitarán —se añade— intercambio y procesamiento de la información en una configuración social que podrá estar perfectamente descentralizada. También nos capacitarán, a través de teleoperaciones, para vivir, revivir y acumular experiencias, liberándonos de un buen número de nuestras actuales restricciones en el espacio o en el tiempo. ¹²

d) *En un plano medioambiental*, que pueda comenzarse a erradicar las causas de la terrible contaminación que hoy nos azota. Buena parte de la responsabilidad en ese trágico asunto la tiene el *gigantismo* que, en la modernidad, exhibe la tecnología industrial o la aglomeración urbana. ¹³

Pues bien, el ordenador personal se dice que posibilitará en la *Era de la Información* la desconcentración. Lo hará (y no sólo) en el mundo laboral y urbano. Hoy ya son muchos los trabajos que no requieren la presencia física, que pueden realizarse desde el propio hogar. Un hogar que no tiene ya por qué estar cerca de la fábrica, la oficina o la escuela. El centro de la nueva sociedad será la casa propia debidamente conectada a las redes de computadores que sean precisas.

Tecnología y control social

Hasta aquí, las manifestaciones corrientes en boca de los llamados fanáticos-de-los-ordenadores-personales. Se trata, por lo demás, de unas manifestaciones que yo, sin ser un tecnofanático, comparto en buena medida. Creo fir-

memente que el ordenador personal podría ayudar al parto de un mundo mejor. No acepto, empero, que sea suficiente para ello introducir masivamente computadores de esa clase, redes y demás. Hacerlo así es quedar prendido en las telarañas del *determinismo tecnológico*. Es pensar: tal tecnología tengo, tal configuración social genero.¹⁴

Estoy totalmente de acuerdo con quienes consideran que las tecnologías, según sus diseños, están más adecuadas a unas formas de vida que a otras. *Teóricamente* los ordenadores personales se ajustan más, en efecto, a las condiciones de una vida en democracia descentralizada que sus hermanos mayores. Pero, más allá de la teoría, está la realidad (y nunca mejor dicho). Más allá de los diseños, teóricamente incorporados por una tecnología, que la hacen apropiada para una u otra forma de vida, están las redes reales de intereses sociales en las que la tecnología en cuestión ya nace liada.

Esos intereses —en el caso del ordenador personal— han llegado a hacer de los productos de esta tecnología un aparato más —un electrodoméstico, junto a la aspiradora o el televisor—. Y eso es lo cierto.¹⁵

Hay redes de ordenadores personales; las hay. Lo que significa que hay grandes ventas de ordenadores personales que integran esas redes. Lo que no se vislumbra, sin embargo, es atisbo alguno de la prometida democracia descentralizada. ¿Quizá sea que, realmente —frente a lo que se sustenta con frecuencia— la información no es poder?¹⁶

Todo lo dicho no impide que —repito una vez más— yo reconozca la mayor adecuación de unas tecnologías para una vida en democracia que otras. Lo que no comparto es la tesis de que basta disponer de las primeras para tener asegurada la segunda.

Eso es olvidar, entre otras cosas, que las tendencias tecnológicas se deciden (siempre ha sido así), por los llamados «poderes fácticos». Esos agentes, comúnmente, son la industria o el ejército. Directamente o a través de la promoción gubernamental de líneas de investigación y desarrollo, dirigen la política tecnológica. Ciegan unas vías; mantienen abiertas otras. La rentabilidad o el oscuro con-

cepto de «Defensa» juegan aquí el papel central. Obviamente, las tecnologías tendrán un impacto social; podrán llegar a cambiar incluso una forma de vida de manera radical. Pero —no se olvide— habrán sido las tecnologías que a esos poderes interese, por su rentabilidad o por su mayor capacidad de control sobre las gentes o de disuasión de contrarios.

Para cambiar la sociedad —diría por mi parte— no basta, pues, reemplazar unas tecnologías por otras (aunque ello puede ser algo valioso en sí). *Es necesario cambiar la política tecnológica.*

Lo que habría que hacer es fijar *socialmente* metas y favorecer, luego, las tecnologías que se estime *socialmente* más oportunas para satisfacerlas.

Sin un diseño social de qué fines quieren verse tecnológicamente cumplidos, la tecnología acaba haciéndose un fin en sí misma —no un medio para alcanzar metas— y cosas como las antes mentadas (tiempo libre, autoformación, descentralización...) se convierten en poco más que paparruchas.¹⁷ Para que, con un ejemplo, haya tiempo verdaderamente libre que dedicar a la autoformación es preciso estructurar la sociedad de tal modo que, a diferencia de lo que hoy ocurre, el ser humano desplazado por un robot no sea simple y llanamente un parado en desasosegada búsqueda de nuevo empleo para subsistir.

Esa sujeción de la tecnología a la voluntad social, a unos, les parece una exigencia demagógica. Para juzgar —opinan— se debe ser especialista. A otros les resulta, además, una intromisión de neto carácter inquisitorial. Yo no conozco, sin embargo, otra vía que el control social para evitar que la tecnología —y no sólo la de ordenadores— deje de aparecer como un *proceso autónomo*, sujeto tan sólo a su dinámica interna y totalmente indiferente hacia la sociedad, que debe correr sus riesgos y experimentar sus impactos.

Por una parte, lo verdaderamente impregnado del espíritu de la inquisición no es pedir un control social de las tecnologías, sino poner éstas —como la tradición autoritaria ha hecho siempre— más allá de la esfera de lo opinable.¹⁸

Por otra parte, lo demagógico no es que una sociedad quiera controlar algo que, como las tecnologías de importancia, puede afectarle tan profundamente, conllevando cambios en las formas de vida. Lo realmente demagógico es tratar de vender un producto bajo la promesa de que va a depararnos un *paraíso tecnológico* —un paraíso, por lo demás, cuya venida se canta siempre como al alcance de la mano... y siempre acaba postponiéndose—.

Utopía y fiasco

Quienes creen que la humanidad tiende hacia estados mejores gracias a la técnica no se inmutan en demasía ante esta postposición, ante los continuos fiascos que las expectativas paradisiacas han experimentado a lo largo de la historia. Llegan, incluso, a incurrir en lo que me parecen desvaríos, cuando tratan de hallar responsables del fracaso de esas aspiraciones utópico-tecnológicas.¹⁹

Si se ha atendido y comprendido lo que he dicho hace un momento acerca del (para mí, necesario) control social de la técnica, se habrá entendido también a qué responsabilizo yo por esos fiascos. En buena medida, hay que buscar las causas en ese cinturón de *distractores* que, por un lado, exagera con frecuencia lo que se tienen por ventajas reales de una técnica y, por otro, suele encadenarla al cumplimiento de unas promesas que bien podían haberle sido ajenas.

Claro está que una opinión como la mía²⁰ puede ser (seguro que lo es) menos profunda y convincente que otra bastante más generalizada y más en consonancia con posiciones deterministas tecnológicas.

Esa dilucidación tiene como punto de partida la pregunta siguiente: antes de vincular los desaguisados sociales ocasionados y las expectativas frustradas con innovaciones tecnológicas, ¿no deberíamos cuestionarnos si buena parte de responsabilidad (cuando no toda la responsabilidad) en ello la tiene el propio ser humano? ¿No sucederá que éste es incapaz de sacar a un fruto de su propia cultura, como es la tecnología, todo el jugo que debiera?

Bioevolución y tecnoevolución

Quienes creen a pies juntillas en la evolución de la humanidad hacia estados cada vez mejores gracias a la técnica no suelen dudar a la hora de responder cuestiones como las que acabo de formular acerca de los incumplimientos de las promesas de la tecnología. La tienen —dicen— *las imperfecciones del ser humano* para desarrollar al máximo las potencialidades que la técnica y, más en concreto, la tecnología encierra. Esas imperfecciones se consideran ligadas comúnmente a aquella parte nuestra que aún está en las garras de la bioevolución. Intentaré explicarme.

Estoy de acuerdo con que, sin la técnica, no habría ser humano. Al menos no existiría como hoy lo conocemos. Pues, si hay una nota que lo caracteriza, es la de su notable plasticidad comportamental. Una plasticidad que no se ha traducido históricamente en un despliegue por parte del ser humano de conductas diversas ante medios naturales distintos. Una plasticidad que se ha manifestado, principalmente, en la notabilísima capacidad que el ser humano ha mostrado para cambiar *artificialmente* el medio natural —variándolo de aquellas formas que estimaba adecuadas para eliminar sus necesidades—. Dicho de otro modo, la gran peculiaridad del ser humano —lo que lo hace humano, precisamente— es su notable capacidad de reformar el medio, haciendo desaparecer de él cuanto le hace necesitado.²¹

Esa reforma no es otra cosa que el fruto de la técnica. La técnica libera, así, cada vez más al ser humano de los dictados de la bioevolución. *Lo va independizando de la naturaleza, conforme le va confiriendo medios para dominarla.*²² Ese dominio se traduce en la creación de un supramedio técnico que se interpone entre el ser humano y su entorno natural. No es a éste, sino al supramedio técnico al que se adecua el ser humano. Y a través de esa adecuación o adaptación se independiza de la naturaleza en un proceso cuyos jalones más importantes han consistido en la progresiva sustitución de alguna función humana por los productos de técnicas diversas, hasta concluir en su reemplazo por un equivalente mecánico.²³

La tecnoevolución ha ido así tomando el lugar de la bioevolución en el contexto humano. No la ha eliminado (*todavía*, añaden algunos). La ha ido desplazando, sin embargo, progresivamente de su podio de primer agente del cambio en nuestra especie. La técnica, en definitiva, es el principal constructor del ser humano. Y, a través de ese proceso de construcción, lo va haciendo más y más libre de sus necesidades naturales.

Lo realmente dramático de este asunto —dicen algunos— es que la tecnoevolución nos hace libres casi casi *a pesar nuestro*. Pues, hay algunos rasgos en nuestro organismo y personalidad que nos tornan inadecuados para sacar cuanto provecho se debiera a los productos de nuestra propia técnica. La agresividad, sin ir más lejos, nos ofusca muy fácil y muy frecuentemente, llevándonos a mal usar los frutos de tecnologías muy valiosas en otros contextos. Nuestras mentes son sumamente variables. Nuestras fobias y filias —algo irracional por completo— nos hacen abrigar esperanzas o temores sin fundamento que, muy a menudo, se revisten con el manto de la ética... Son éstos algunos de los aspectos —se dice— que nos incapacitan para, de forma plena, materializar las potencialidades entrañadas por las tecnologías. Otros factores perturbadores —que no tienen que ver directamente con la conducta— son, por ejemplo, nuestra acusada sensibilidad a la contaminación en general, ciertas predisposiciones hacia enfermedades cardiovasculares o la sensibilidad hereditaria hacia determinados alimentos, medicamentos, toxinas, etc.²⁴

La bondad de la tecnología se pone de manifiesto no sólo —dicen— en la consecución de órdenes sociales mejores por obra y gracia de las mayores cuotas de independencia respecto de la naturaleza y las mayores posibilidades de usarla en nuestro beneficio que la técnica nos permite alcanzar. Se evidencia también en la oportunidad misma que brinda de suministrar los medios para evitar que no todos compartan ese logro. Para ello se requiere algo más que reformar el medio técnicamente y, de ese modo, cambiar indirectamente el ser humano, a través de su adaptación a esa naturaleza *corregida*. Se exige hacer *directamente* del ser humano un objeto sobre el que inter-

venir de modo técnico. De esa intervención se espera la erradicación misma de causas que, como esos rasgos comportamentales y propensiones citadas, hacen que algunos humanos estén incapacitados para aprovecharse de los beneficios que la tecnología dispensa. O, más aún, la eliminación de aquello que, en general, nos hace a los humanos inadecuados para hacer realidad los paraísos tecnológicos. Se trata en suma de una *intervención eugenésica*.

En apoyo de una intervención de esa índole no sólo se aducen razones más o menos metafísicas como las antes hechas acerca del proceso de hominización. Un respaldo considerable le viene dado por teorías científicas que pueden ser la misma o estar relacionadas con las que, a su vez, se aducen como apoyo de las aserciones tecnofanáticas incumplidas.

La crónica de sucesos, una y otra vez reiterados, discurre más o menos así. Inicialmente hay alguna teoría (que se defiende como científica) que permite, según algunos tecnofanáticos, hacer predicciones acerca de un mundo mejor. Estas predicciones se consideran de seguro cumplimiento, a menos que obren fuerzas irracionales en sentido contrario. Fuerzas que tiren de la historia hacia las cavernas. Cuando los pronósticos fallan, se asevera, en consecuencia, no que la tecnología de que se trate ha incumplido las expectativas que (según aquella teoría inicial) auguraba, sino que esas fuerzas retrógradas han entrado en acción. Para dilucidarlas se recurre, entonces, a teorías científicas que, por un lado, suelen estar emparentadas íntimamente con la teoría inicial y que, por otro, atribuyen la responsabilidad del fiasco hacia algo distinto de la tecnología misma.

De este modo, cuando surgen problemas con una técnica, las teorías que la envuelven pueden ir desviando la atención hacia aspectos que no le sean —como se dice— intrínsecos, en un ejercicio que impide sistemáticamente (recogiendo ahora las palabras con que he comenzado este capítulo) que el común de los seres humanos pueda alguna vez llegar a ver desnudo al emperador. Para lograrlo sería preciso aplicar con todo rigor un proceso de *evaluación filosófica* que fuera determinando las teorías relacionadas con la técnica en cuestión y su papel epistemológico o ideológico. A ello, dedicaré las páginas que siguen.

1. Un ejemplo típico de declaración tecnofanática es la que suele hacerse acerca del ordenador como un prerrequisito para la supervivencia de la sociedad moderna de posguerra. Un ejemplo característico de aserción, que se tiene por bien fundada sobre una teoría científica, es la que se profiere a partir del actual cognitivismo y que hace referencia a cosas como que, dentro de unos cincuenta años, ordenadores miniaturizados, implantados bajo el cuero cabelludo, se programarán para leer y hablar el lenguaje electroquímico del cerebro humano. Cuando esto se consiga —se añade— podrá introducirse directamente información en las unidades de tratamiento de datos del cerebro sin pasar por *equipos periféricos*, como los ojos y los oídos (así se expresaba, en concreto, Adam Reed en 1976 —citado de M. Minsky, *Robótica*, Barcelona, Planeta, 1986, pp. 154-155—).

Afirmaciones como estas últimas parecen obtener justificación sobre la base de la unificación teórica, proporcionada por el cognitivismo, entre ámbitos de la realidad que ahora se caracterizan como subconjuntos de una clase mayor: la constituida por aquellos individuos que satisfacen el predicado «ser un informávoros». Individuos tales son tanto seres humanos cuanto ordenadores. Se trata en ambos casos de sistemas que procesan información y que no sólo coinciden en esa función, sino que presentan estructuras (unidades de tratamiento de la información, equipos periféricos...) que cada vez se conocen como más similares. Una y otra característica permiten que no sea mera lucubración la posibilidad (defendida) de crear individuos simbióticos o híbridos, que tengan, a la vez, lo mejor de los seres humanos (su carácter biológico) y de los ordenadores (el cerebro). (Sobre estos temas, véase el capítulo 2 de este libro.)

2. Desde el XVI hacia aquí, esa superteoría es la del progreso. Sobre este tema me extenderé ampliamente en el capítulo 4, dedicado a examinar las interrelaciones entre *distractores* y teorías. Ahora, en el texto que sigue, me detendré en el par tecnofanatismo-revolución, por el papel extraordinario que ha jugado en la historia de Occidente (al menos).

3. Como decía en el capítulo 1, al analizar el tópico sexto («lo que se puede técnicamente hacer, hay que hacerlo»), la creencia en que entre innovación técnica y progreso media una relación de causa y efecto ha calado tan honda en la humanidad desde el Renacimiento a aquí que cualquier sujeción de la tecnología a algo que no sea su propia dinámica interna se tilda usualmente de retrógrada o cuanto menos de retardataria de unas mejores condiciones de vida.

4. Se trata de la reseña publicada bajo el título «The Computer in Your Future» en *The New York Review of Books*, 30, 16, 27 octubre (1984), 58-62.

5. Me refiero al texto que lleva por título *La quinta generación* (Barcelona, Planeta, 1984, p. 261).

6. Éstos deben de ser mayoría en EEUU, según se desprende de las palabras de Feigenbaum y McCorduck en el punto 16 de su libro. Allí, bajo el título «Los intelectuales en el jardín de los cerezos» (que parodia el de la obra de Chejov, *El jardín de los cerezos*, sobre la decadente clase

superior rusa, presa de sus ensoñaciones), acumulan todo tipo de acusaciones contra esos intelectuales americanos. En particular, tras decir que «La mayoría de intelectuales no tiene la menor idea de lo que está sucediendo» (*ibid.*, p. 259), les recriminan dedicarse a cosas tan evanescentes e irrelevantes como la política o el arte. «Viven en un mundo de sueños, irresponsable y caprichoso» (p. 260). Y, mientras ven la informatización de sus universidades como una nueva forma de barbarie (p. 259), el *peligro amarillo* avanza de nuevo: los japoneses están desarrollando los KIPS (Knowledge Information Processing Systems), la quinta generación de computadores, el no va más en ordenadores. Computadores, en suma, que no se limitarán a procesar información más o menos rápidamente, sino que *razonarán*: seleccionarán la información, la interpretarán y la adecuarán a las circunstancias de que se trate.

7. Desde el presente lo más habitual es que se hable del pasado siempre como una época peor. Cuando ese pasado es la prehistoria, los calificativos que habitualmente se profieren son los de cruel, salvaje, horripilante... Por eso, no dejé de sorprenderme la lectura de un bello libro (el titulado *Un dios interior*, de René Dubos —editado en Barcelona, Salvat, 1986—). En él se defiende la hipótesis de que la mítica Arcadia, en la que los hombres vivían como dioses al decir de Hesíodo, coincide con esa fase prehistórica de la humanidad. Una fase en la que el ser humano no se hallaba tan desadaptado biológicamente a su entorno como hoy lo está. Una época en la que la tierra era más bella que hoy, porque el ser humano no había aún incidido técnicamente sobre la naturaleza sin miramientos —como hoy desgraciadamente ocurre con demasiada frecuencia—. En la que el ser humano respetaba la naturaleza porque era aún parte de ella y como tal se sentía. En la que el ser humano hallaba vegetales y caza abundantes y asequibles, por lo que debía disfrutar de mucho tiempo libre que probablemente dedicaba al trato social.

Ruego que comparen estas hipótesis de Dubos (*op. cit.*, pp. 219 ss.) con lo dicho por mí en la nota 2 del capítulo 1 sobre el comportamiento característico de algunos pueblos tradicionales, que han pervivido hasta hoy como auténticos fósiles vivientes.

8. En el caso de Feigenbaum y McCorduck se amenaza con el *peligro amarillo*. La tesis principal de su libro es que, mientras los norteamericanos consumen lo mejor de sus esfuerzos en la política y el arte, los japoneses están desarrollando lo que va a ser la nueva generación de ordenadores-raciocinantes.

9. Sobre ingeniería genética les recomiendo mi libro *Los nuevos rentadores*, Barcelona, Anthropos, ¹1987, ²1989 (Nueva Ciencia, 1).

Sobre el mundo suministrado por la confluencia entre ingeniería genética y tecnología de ordenadores, me parece muy sugerente la obra de J. Rifkin, *Algeny*, Nueva York, Penguin Books, 1984.

10. Eso es lo que se anuncia como algo factible merced a la técnica, al menos, desde la *New Atlantis* de Bacon (hay edición castellana: *La nueva Atlántida*, Madrid, Zero, 1985). Desde entonces, se cree con harta frecuencia ya llegada la hora de la satisfacción de esas aspiraciones utópicas cada vez que se inventa y generaliza algún artilugio que hace más fácil en teoría la *comunicación* entre humanos. Por ejemplo, cuando en 1662 se

constituyó la *Royal Society of London for Improving Natural Knowledge*, no tardó mucho que algunos vieran en barcos portadores de la buena nueva (ahora bajo la forma de conocimiento suministrado por las ciencias naturales) el medio de alcanzar la utopía. Decía en este sentido, Dryden en su *Annus Mirabilis*:

Barcos instruidos navegarán en un rico comercio,
mediante el cual las más remotas regiones se acercarán;
lo que hará del Universo una sola ciudad
en la que algunos pueden ganar y todos serán bien provistos.
Entonces caminaremos sobre el fin del Universo
y veremos el Océano apoyándose sobre el cielo,
entonces conoceremos a nuestros vecinos en este mundo circular
y miraremos con seguridad hacia el mundo lunar.

Y todo eso, por obra y gracia de barcos que —debidamente cargados de ciencia— acercarán a las gentes.

Exactamente lo mismo se esperaba de la introducción del tren a vapor. Iba a contribuir a la consecución de la paz y la generalización del conocimiento, cosa que acabaría conllevando la *unidad* del género humano.

Lo que no deberíamos hacer es sonreír ante estos ejemplos, como lo hacemos habitualmente ante los despropósitos de la ciencia del pasado. Esa misma idea de la humanidad finalmente unida subyace también al discurso característico de los fanáticos de los ordenadores de nuestro tiempo —y muchos lo ven como algo muy al alcance de la mano—. Con seguridad, creen que ese futuro no está más lejano de lo que creyeron percibirlo los fanáticos del tren a vapor en su tiempo.

11. Véase a este respecto la celeberrima obra de A. Toffler, *La tercera ola*, 2 vols., Barcelona, Orbis, 1986. Muy interesante.

12. Hay tecnofanáticos que, creyendo defender el objeto de sus amores ante supuestos ataques de tecnófobos, acaban mermando la credibilidad misma de algunos desarrollos técnicos. Eso sucede, frecuentemente, en este contexto.

Por ejemplo, Freitas considera que la telepresencia abrirá perspectivas tan importantes para la humanidad como revivir la tradición del duelo («señoras y caballeros bien aislados podrían ajustar sus cuentas mediante robots separados a veinte pasos»), o experimentar telemuertes («cometiéndolo suicidios remotos simulados con juegos robóticos de guerra o con carreras destructivas o precipitándose por una pared del Gran Cañón»), o hacer teleturismo («Nuestro sustituto se paseará por la zona comercial de la ciudad, tomando fotografías con una Minolta amablemente cedida por la agencia local de alquiler de robots. El sustituto llegará al mercado y nosotros lo utilizaremos para recoger recuerdos, regatear el precio con el tendero y enviar las compras a casa, que habremos pagado con una tarjeta de crédito autorizada al robot»). Y todo eso, añade nuestro autor, lo podremos hacer mientras estamos plácidamente tumbados en el sofá de nuestra casa. Los robots estarán en nuestro lugar, mientras nosotros podremos revivir sus experiencias a una distancia segura.

Que nadie piense que Freitas es un humorista. Se trata de un renom-

brado y experimentado astrónomo y especialista en derecho Internacional. Véase, para convencerse de que no he exagerado, su artículo «El nacimiento del cyborg» en M. Minsky (ed.), *Robótica*, Barcelona, Planeta, 1986, pp. 121-156. (Por mi parte, les aseguro que nunca he pasado horas más locamente divertidas que leyendo ese papel.)

13. Si alguna consigna puede caracterizar la modernidad, bien puede ser ésta: «Incrementa la eficiencia cuanto puedas». Y nada mejor para ello (se defendía) que concentrar procesos. Si, además, lo concentrado es uniforme, la eficacia se dice que se verá multiplicada por mucho.

Uniformidad y concentración, o lo que es lo mismo: *gigantismo unificado*. Es ésta una de las notas principales de la tecnociencia aplicada industrialmente. Una característica que, por el carácter crucial de la tecnología en la configuración de la superideología moderna, se exportará a distintos y cada vez más distantes ámbitos de la realidad. Tratando de uniformar lo heterogéneo (siempre con el fin de incrementar la eficacia), se unificarán, por un lado, las fuentes de energía con un resultado más bien desastroso. Pues, frente al posible uso de recursos energéticos variados, se hará depender el desarrollo tecnológico-industrial, cada vez, de una *sola* fuente de energía, hasta llegar prácticamente a su agotamiento. Pero, no se concentrará exclusivamente la energía.

Un proceso similar seguirá, por otro lado, la población. La industria moderna tiende a concentrarse y con ella lo hace también la gente en los núcleos urbanos. Surgen las megalópolis. Y, de su mano, problemas que van desde nuevas patologías individuales y sociales a la aparición de gravísimos problemas de contaminación, que hay que sumar a los directamente causados por la industria.

Se unificarán, finalmente, los pueblos en Estados nacionales, con un *solo* ejército, un *solo* soberano, una *sola* lengua.

14. Con ejemplos concretos: en el punto álgido de sus ensoñaciones hacia principios de los setenta, los fanáticos de los ordenadores personales llegaron a decir cosas como las siguientes: «Los ordenadores se utilizan mayormente contra las personas en lugar de para las personas. Se utilizan para controlar a la gente en vez de para liberarla. Ha llegado el momento de cambiar todo eso» (Steven Levy, *Hackers*, Nueva York, Anchor/Doubleday, 1984, p. 165).

El gobierno y, en suma, el complejo militar/industrial (que aquél representa) decían que controlaba la vida de la ciudadanía a través de su monopolio de la tecnología informática. Que esa exclusiva se basaba, principalmente, en el carácter gigantesco y, en buena medida por eso mismo, considerablemente caro de los computadores. Que, para liberarse de esa tiranía, era necesario introducir técnicamente lo pequeño frente a lo gigantesco; frente a lo caro, lo barato. La alternativa ofrecida contra la tecnología informática susceptible de fácil control por los intereses de siempre —vino a decirse— era otro *estilo* de tecnología de la información.

El *determinismo tecnológico* de la sociedad es, así, muy patente entre esos tecnofanáticos. Bastará desarrollar —piensan— una tecnología que permita que la información no sólo fluya de arriba abajo (como la gubernamentalmente centralizada) para que, de inmediato, no sólo nos libremos de la

tiranía, sino que estemos en vías de lograr una verdadera democracia participativa.

15. Hay un escaparate en una tienda en Múnich que siempre llama mi atención. Junto a sierras, mecheros, radios y televisores, exhibe ordenadores personales y cortaúñas de saldo.

16. O quizá sea que la información es poder *sólo* cuando adopta la forma de datos acerca de los ciudadanos, datos lo más exhaustivos posible y lo más centralizados posible, que permitan el mayor control posible de la vida de aquéllos.

17. Claro está que suele tratarse de paparruchas interesadas que encuentran su origen en las empresas dedicadas a la producción de ordenadores: cuantos más crean en esas paparruchas, más ordenadores venderán sus fabricantes.

18. Ese autoritarismo está presente también —y de forma muy clara— en las sociedades llamadas «democráticas». En ese caso, la conducta autoritaria se disimula bajo la apariencia del necesario recurso a *expertos* cuando se dan situaciones de conflictividad social.

Cuando la sociedad manifiesta un rechazo mayoritario a algún proyecto tecnológico, las instancias gubernamentales recurren por norma a la solicitud de informes técnicos. Unos informes realizados, de ordinario, por expertos que tienen que ver, precisamente, con el proyecto tecnológico en cuestión.

Por el lado técnico, en nombre de esos informes emitidos por especialistas, los políticos acaban desoyendo los deseos del pueblo que los puso en sus cargos de gobierno. Por muy soberano que el pueblo sea, más saben de estos asuntos los tecnólogos —se opina—.

Por el lado político, se desautoriza a su vez al pueblo en nombre del progreso: cualquier sujeción de la técnica a algo que no sea su propia dinámica interna —y sobre ésta sólo hay que oír el dictamen de los expertos— será tildada de retrógrada o, cuanto menos, de retardataria de unas mejores condiciones de vida.

19. A nadie se le oculta que las proclamas utópico-tecnológicas, desde los días de la mencionada *New Atlantis* de Bacon, han quedado en meras expectativas defraudadas. Los *mundos felices* han resultado siempre inalcanzables para las tecnologías que habían de crearlos. En ocasiones, más que eso: en lugar de paraísos perdidos se han generado auténticos infiernos sociales. Como sin duda lo fue en sus inicios la prometida era de bienestar que había de acompañar la Primera Revolución Industrial. Una *revolución* esta cuyos frutos más claros fueron el desarrollo acelerado de una tecnología industrial con fortísimos impactos medioambientales y sociales.

Tan ennegrecidos como los árboles —no se olvide— estuvieron los proyectos de vida del mundo obrero por entonces: gigantescas concentraciones urbanas con ingentes suburbios industriales fueron el destino de grandes masas, inmersas en una brutal y deshumanizadora lucha por la existencia.

20. Que trata de evidenciar cómo los lemas propagandísticos y las proclamas acrílicas de los tecnofanáticos no son otra cosa por lo común que elementos que, distrayendo la atención social de ciertos aspectos de

una técnica, suelen servir de tapadera para determinados intereses de los poderes fácticos y para diseños tecnológicos inapropiados.

21. El animal no-humano parece ser el producto de una selección natural que lo ajusta a un medio natural cambiante. El superviviente es siempre el que satisface sus necesidades de forma adecuada en ese medio. El ser humano superviviente, empero, no es tanto el fruto de la adaptación a un medio, cuanto el producto de amoldar ese medio a él. El ser humano no satisface sus necesidades ajustándose al medio. Lo que el ser humano tiende a hacer no es tanto aplacar sus necesidades en ese sentido, cuanto *eliminarlas*. Y lo logra —o lo intenta, al menos— introduciendo entre él y el medio una *supranaturaleza*: la naturaleza reformada a los efectos oportunos.

22. A través de ese dominio, mediante el *control* cada vez mayor de la naturaleza, se van satisfaciendo *urgencias* materiales crecientes. Esas urgencias pueden tener que ver muy poco con verdaderas necesidades, con asuntos realmente vitales. Pero en su satisfacción consiste, precisamente, el bienestar. Éste, entendido en suma como eliminación de urgencias materiales cada vez mayores, y la *superfluidad* son casi una y la misma cosa. Lo que sucede en el caso del ser humano es que para él —como dice Ortega— lo superfluo ha llegado a ser tan importante o más que lo necesario. (Véase *Meditación de la técnica*. Allí dice: «El hombre es un animal para el cual sólo lo superfluo es necesario» —p. 99 de la edición de 1977 publicada en Madrid por *Revista de Occidente*—.)

23. Con un ejemplo: las técnicas manuales —la azada, sin ir más lejos— dejaron (parte de) su lugar, inicialmente, a otras técnicas —el arado, en este caso— en que la fuerza muscular del ser humano fue complementada por la tracción animal. Más tarde la fuerza muscular de los animales de tiro —como fuente preciada de energía— fue, a su vez, (en parte, al menos) reemplazada por la acción de elementos abióticos como el viento o el agua. Mientras se usaban animales o se estaba a expensas del viento o el agua, los vínculos con la naturaleza no se habían roto en demasía. El momento clave de esa ruptura acaeció cuando el ser humano pudo disponer, por vez primera, de herramientas que usaban energía mecánica *controlable*. Y eso sucedió con la invención de la máquina de vapor y la importación a Occidente de la pólvora. Ya no se dependía del viento o del agua. Podíamos controlar nuestras propias fuentes de energía, al margen de la naturaleza. La máquina de combustión interna, la energía eléctrica, la energía nuclear, la remodelación de seres vivos por medio de la ingeniería genética... serían pasos adelante en esa vía que alejaba a la humanidad de la naturaleza y la hacía más y más dependiente de los productos de la técnica (véase, por ejemplo, el texto de Michael Shallis, *El ídolo de silicio*, Barcelona, Salvat, pp. 133 ss.).

24. Antes de seguir adelante, viene muy bien al caso recordar la respuesta de uno de los Rockefeller a la cuestión «¿por qué hay pobres?». Algunos opinan que los hay porque los medios de producción son de propiedad privada. Otros podrían ver en su existencia una muestra de insolidaridad, etc. Pero, para ese Rockefeller —como exponente del determinismo biológico— hay una explicación *más profunda*: la capacidad de atesorar riqueza está tan biológicamente determinada como la de acumu-

lar pobreza. Por eso, concluye, bueno será que, antes de mirar hacia la sociedad y los sistemas económicos, observemos dentro del ser humano mismo, cuando estemos interesados en hallar de veras las causas de lo que otros podrían tomar a la ligera como muestras de insolidaridad o injusticia distributiva.

TECNOLOGÍA, INDUSTRIA Y CONTAMINACIÓN

Ya he dicho que, en el cinturón de *distractores* que envuelve una tecnología de enjundia, suelen abundar aserciones de tecnofanáticos que asumen acríticamente el imperativo tecnológico.¹ He sugerido, además, que esas declaraciones no dependen de un mandato aislado, sino que se inscriben en una trama teórica que, en este caso, es la constituida por la *superteoría del progreso*.

Sobre superideologías

Es la del progreso, ciertamente, una superteoría muy especial, como en su época de dominio lo fue la teoría de la providencia. Ambas pueden tildarse de cuasiteológicas. Están entre las superteorías más amplias que históricamente se han dado. En su seno caen otras muchas superteorías y no tan sólo teorías de niveles inferiores.² Para ellas reservaré el nombre de *superideologías*, entendiendo por éstas entramados teóricos que articulan en sus *líneas más generales* una concepción del mundo.³

Así, en concreto, la superteoría del progreso ha configurado una concepción del mundo que ha estado en vigencia en Occidente por lo menos desde el s. XVI. Me referiré a esa concepción con el nombre de «viejo mundo». Por tal entenderé en sentido estricto la modernidad ilustrada: la

civilización que, comenzando a andar con paso firme en el Renacimiento, llegará a su apogeo a fines del s. XVIII y que se mantendrá en ese punto hasta hace muy poco tiempo —quizá hasta la segunda mitad de nuestra centuria—. Esta civilización contará con la tecnociencia o tecnología⁴ como uno de sus principales ejes vertebradores. De la tecnología lo que se espera es la construcción científica de mundos sucesivamente mejores.

Se piensa que un mundo cada vez mejor es aquel en que se incrementa el bien-vivir. Ello se logra, por una parte, poniendo al ser humano a resguardo tecnológico creciente ante los avatares de la naturaleza. Y, por otra, orientando tecnológicamente la naturaleza a fin de que rinda servicios cada vez mayores a la humanidad. Dicho de otro modo, un mundo se tiene por mejor si es menos *enemigo* desde un punto de vista natural y en él se alcanza un mayor nivel de vida desde un punto de vista social. Lo primero parece condición de lo segundo. Y, también por las apariencias, ambas cosas dependen de que se «innove tecnológicamente». De que se descubran nuevas causas sobre las que operar técnicamente de modo sistemático («de manera científica» —como se sigue diciendo todavía hoy—).

Por esos motivos, se considera que innovar tecnológicamente es la causa de que se avance en el control de la naturaleza y se incremente el nivel de vida (o, simplemente, se progrese).

Pues bien, es en un entramado superideológico de esta índole donde adquiere sentido la aceptación acrítica de mandatos como el recogido bajo el nombre de «imperativo tecnológico».

En efecto, la superideología del progreso permite creer en la existencia de una relación causal tan íntima entre innovación tecnológica y avance humano que se termina asumiendo, además, el mandamiento de que hay que aplicar todo hallazgo tecnológico. Y, sobre todo, que hay que aplicarlo industrialmente.

Es exactamente eso lo que se entiende por imperativo tecnológico: apliquemos (industrialmente) cuantas tecnologías sean factibles; saldrá bien; y, si sale mal, otra innovación tecnológica pondrá el remedio.⁵

Se considera de ordinario que ese «salir mal», a que acabo de aludir, no tiene que ver demasiado con las *consecuencias directas* de la innovación de que se trate. Éstas se presumen valiosas de por sí. Se refiere más bien a aspectos imprevistos, a *consecuencias secundarias*, que podrían empañar el logro tecnológico en cuestión. La opinión más difundida es, incluso, que nada va a salir tan mal que suponga una pérdida en el control de la naturaleza o en el nivel de vida, asociado con aquél. Y, en cualquier caso —se dirá— no hay solución de los problemas de una tecnología al margen de la tecnología misma. Los impactos negativos de una tecnología sólo los resuelve una tecnología *mejor*.

Pero, en la articulación del *viejo mundo* no sólo va a haber una cooordenada —la representada por el imperativo tecnológico— que lo articule desde la superideología del progreso. El determinismo tecnológico y la (tenida por indisoluble) asociación entre guerra y desarrollo humano constituyen otros dos ejes cruciales de esa concepción del mundo. Veámoslos.

1. Tecnología y determinismo tecnológico

La aceptación acrítica del imperativo tecnológico hace que se incurra frecuentemente en actitudes *deterministas tecnológicas*, según las cuales la sociedad y el mismo ser humano se consideran como productos de una tecnología *autónoma* en su desarrollo.⁶ Una sociedad y un ser humano que suelen verse como cada vez mejores por obra y gracia de la acumulación de cada vez más y mayores innovaciones tecnológicas.

La creencia en que toda innovación tecnológica es buena de por sí, ya que contribuye a nuestro bien-vivir (a crear riqueza, en suma), encierra frecuentemente la recomendación de que no se obstaculice el proceso de evolución tecnológica. Unos deterministas tecnológicos aseveran que no es aconsejable oponérsele, so pena de verse arrastrado por su acometida. Otros hablan, incluso, de la necesidad de adecuar, *conformar* el ser humano a la evolución tecnológica.⁷

2. Tecnología y defensa

Esa necesidad no sólo tiene que ver con la convicción de que innovar tecnológicamente, crear mayor riqueza y favorecer órdenes sociales cada vez *más humanos* son aspectos indisolublemente unidos. Se enlaza también con la opinión de que de la tecnología misma depende la salvaguarda de esos logros. Protección esta que adopta, en último extremo, la forma de la defensa militar. Una defensa que, en la guerra fría, se traduce en el crecimiento del *stock* de armamentos a través del cual se disuade a potenciales enemigos de entrar en fase de enfrentamiento bélico real.⁸

Es más. No se piensa únicamente que las innovaciones efectuadas en el ámbito de la tecnología militar son indispensables para la defensa de los logros sociales.⁹ Se da también por cierto que el desarrollo de la tecnología militar determina el avance mismo de la tecnología civil. Para evidenciarlo, suelen aducirse numerosos productos de la tecnología militar que han sido aplicados con éxito en el contexto civil.¹⁰

La trama de impactos de la tecnología moderna

En los ejes vertebradores del *viejo mundo* que acabamos de examinar, se tiende a encontrar, a su vez, la justificación de la creencia, ampliamente extendida, de que el progreso exige ciertos sacrificios. En concreto, se pretende mostrar cuán pertinente es conceder pleno crédito a la opinión que sustenta la necesidad de asumir los efectos secundarios que conlleva la tecnología moderna y, en particular, la tecnología moderna ilustrada (la llamada «tecnología industrialista»), si se quiere disfrutar —eso sí— de sus consecuencias directas. Unos efectos directos que se resumen en uno: mejorar el nivel de vida. De modo que, si se aspira a bien-vivir o vivir cada vez mejor, no queda más remedio que aceptar los posibles aspectos negativos que puedan acompañar el proceso de innovación tecnológica. Con la seguridad —se añade— de que esos impactos no

positivos podrán evitarse antes o después, mejorando la tecnología que los ocasione. Entre los impactos negativos que, según el *viejo mundo*, hay que aceptar se hallan principalmente los que siguen.

a) Tecnología y explotación de recursos naturales

La tecnología moderna usa abundantes recursos naturales irrenovables, tanto como fuente de energía cuanto en la forma de materia prima. Estos recursos son la herencia de un pasado frecuentemente larguísimo, que se están gastando —en ocasiones, dilapidando— de manera acelerada. Pero, actuar así (a lo que parece), es algo necesario.

Lo parece, en primer lugar, porque esa explotación en general, y en particular la extracción de recursos energéticos naturales irrenovables, es barata (o menos cara que otras políticas no extractivas). Y eso es algo que repercute directamente en el precio del producto tecnológico.¹¹ Un precio en cuyo cálculo no ha jugado ningún papel hasta tiempos recientes el coste de reparar —aunque fuera en parte— los daños infligidos a la naturaleza.

Lo parece, en segundo lugar, porque se cree que sólo recursos naturales de esa índole pueden satisfacer las necesidades energéticas entrañadas por una industria y una población fuertemente *concentradas*.¹²

b) Tecnología y concentración

Si alguna característica ha acompañado realmente el proceso de desarrollo tecnológico-industrial, ha sido la de *concentración*.

Creo que, en el establecimiento de esa nota como meta de las empresas más relevantes de la modernidad, desempeña un papel importante la identificación de progreso e incremento en la eficiencia merced a la tecnología. La eficiencia se entiende, inicialmente, como eficacia en la producción. Como una producción eficaz se conceptúa, a su vez, aquella que, con la menor inversión, con el menor

gasto en esfuerzos y dineros, produce el mayor beneficio. Una ganancia mayor que —se suponía— había de suministrar la base adecuada y necesaria para que se diera una mayor y mejor distribución de la riqueza. Era así como progreso e incremento en el nivel de vida acababan dándose la mano. Pero era así también como progreso y uniformación y progreso y concentración llegaban a constituirse en aspectos íntimamente entrelazados.

En efecto, el *viejo mundo* contiene, como uno de sus principales supuestos, la creencia en que la uniformidad es un requisito necesario para la eficacia.¹³

La uniformidad impregnará la vida moderna, desde el modo de vestir a la manera de trabajar. Esa tendencia a la homogeneidad irá ligada a la creencia en que la eficacia de un proceso uniforme se incrementa conforme aumenta su concentración.¹⁴

No sólo tenderán, entonces, a la concentración los procesos de explotación de minas o de manufactura de productos. Aunque lo que resulta innegable es que fue el éxito que la concentración tuvo inicialmente en la mina o en la factoría lo que indujo a exportarla a otros ámbitos.

Se concentrarán, por un lado, los reinos en estados centralizados, con un *solo* ejército, un *solo* soberano, una *sola* lengua. Se concentrarán, por otro, las fuentes de energía.¹⁵ Un proceso similar seguirá el lugar de trabajo y la población. La industria moderna tiende a concentrarse y con ella lo hace también la gente en los núcleos urbanos. Surgen las megalópolis. Y, de su mano, problemas que van desde nuevas patologías individuales y sociales¹⁶ a la aparición de gravísimos problemas de contaminación, que hay que sumar a los directamente causados por la industria.

c) Tecnología y contaminación

La extracción de recursos energéticos naturales ha deteriorado de manera importante el medio ambiente. Lo mismo puede decirse, en términos generales, de su reelaboración.

La producción industrial, basada en esas fuentes de



energía contaminantes, ha alterado, a su vez y por lo común, la pureza de las aguas, de los aires o de los suelos. Esa situación, sin embargo, se ha considerado soportable —más que eso: deseable— en atención a la mayor riqueza que la producción industrial se dice que genera frente al uso de técnicas no-científicas. Como prueba se aduce el abandono de que son objeto las actividades que involucran principalmente técnicas de ese carácter. Este es el caso —se señala— de la agricultura tradicional. El labrador vuelve la espalda al campo, seducido por una industria que parece proporcionarle una vida más fácil. Y de este modo acaba constituyéndose en ideal de existencia para muchos la sustitución del pequeño núcleo de población, característico de las zonas rurales, por la gran concentración urbana.

La concentración urbana traerá consigo más contaminación. Pero, en contrapartida, se considerará que conllevará mayores facilidades para vivir mejor que las proporcionadas por los hábitats dispersos.

En aras, pues, de una existencia superior no queda, al parecer, más remedio que sobrellevar la contaminación *intrínseca* a la tecnología moderna. Lo que no significa, en modo alguno, que se renuncie a mejorar la tecnología a fin de mantener esa contaminación bajo mínimos (si se puede, claro está). Pero, primero, habrá que valerse de la tecnología. Tiempo habrá luego para preocuparse de sus consecuencias indirectas.¹⁷

La crisis de nuestro tiempo

No estimo exagerado decir ahora que esa red de impactos de la tecnología industrialista, cuyos nudos cruciales he intentado sumarizar, se han agravado en lo que llevamos de siglo.

a) Tecnología nuclear

Al carácter contaminante que había presentado la extracción y reelaboración tradicional de recursos energéticos naturales irrenovables,¹⁸ se añaden desde los años cincuenta los impactos de la tecnología nuclear, tanto en el ámbito militar cuanto en el civil.

Nunca, hasta entonces, se habían manipulado industrialmente agentes de efectos tan venenosos. No se había conocido nada parecido a la tecnología nuclear ni por lo que concierne a la extensión geográfica del alcance de sus impactos, ni por lo que respecta a la magnitud de los efectos negativos que causa sobre la vida.¹⁹

b) Tecnologías sintéticas

Por lo demás, la nuclear coincide con otro buen número de tecnologías de nuestro tiempo en algunas características dignas de reseñarse. Esas tecnologías son las que he llamado en otros lugares «sintéticas».²⁰

Es difícil que los frutos de las tecnologías mecánicas se

confundan con elementos de la naturaleza. De ellos no suele exigirse que imiten la realidad. Disociadas la estructura y la función que se dan juntas en algunos componentes de la naturaleza, estas tecnologías aspiran a reproducir la función sin copiar la estructura.

Por el contrario, no es fácil percibir (en la mayoría de los casos) el origen artificial de los productos de las tecnologías sintéticas. Éstas sí pretenden reproducir estructuras naturales, o producir estructuras que puedan pasar perfectamente por ellas.

Sin minusvalorar los riesgos e impactos de las tecnologías mecánicas está muy claro que los implicados por las sintéticas parecen algo mayores. Como bien dicen los tecnólogos anclados en la mentalidad del *viejo mundo*, radiactividad siempre ha habido en la naturaleza y nada, en principio, podría evitar que, con tiempo por delante, ella misma acabara produciendo *quimeras*²¹ como hoy lo hace la ingeniería genética. Creo que eso es cierto. Y en ello veo, precisamente, el cambio cualitativo que, frente a los propios de las tecnologías mecánicas, exhiben los riesgos de las tecnologías sintéticas. Sus productos pueden sumarse a los ya existentes en la naturaleza, provocando fortísimos desequilibrios en los ecosistemas.

A este respecto conviene no olvidar que los sistemas naturales tienden a una cierta estabilidad. Y que en ésta se ve hoy una condición de importancia para que la vida siga adelante. Los sistemas naturales tienen una cierta flexibilidad; pero, no tanta como para asumir sin problemas cualquier incremento en número o en volumen de alguno de sus componentes. Es verdad, en suma, que ya hay radiactividad en la naturaleza. No lo es que cualquier cantidad de radiactividad, sintéticamente producida, pueda incorporarse a la naturaleza sin que se desequilibren sistemas y (cuanto menos) la salud se vea amenazada. Es cierto que la naturaleza tiene mecanismos de recuperación. No lo es que esa recuperación pueda darse, sea cual sea la magnitud de la modificación introducida.²²

Pues bien, si algo resulta hoy incuestionable es que las tecnologías predominantes no son tanto las mecánicas cuanto las sintéticas —sea la química sintética, sea la tec-

nología nuclear, sea la tecnología del ADN recombinante—. Y lo que también comienza a ser algo irrefutable es que estas tecnologías sintéticas no sólo entrañan los riesgos que acabo de señalar. Algunos de sus impactos reales siguen hoy causando temor.²³

Podemos tratar de minimizar esos riesgos e impactos. Pero creo que con ello no haremos, en la mayor parte de los casos, más que intentar que un ahogado se agarre a un salvavidas. Un ahogado —todo hay que decirlo— producido en el naufragio del *viejo mundo*.

Cada vez son menos quienes niegan la realidad de ese hundimiento lento, pero inexorable, del *viejo mundo*. Casi ya es un tópico señalar la crisis que están atravesando instituciones típicas de ese mundo, como la familia nuclear, el Estado-nación, los partidos políticos... Como muestras de esa crisis suele aducirse el renacimiento y proliferación de fanatismos religiosos o políticos, la drogadicción, la promiscuidad sexual, la propagación de ideologías *arcadianas* (retorno al paraíso perdido), el culto del individualismo, etc.

Que la crisis aludida ha comenzado a corroer los cimientos de la tecnología industrialista propiamente dicha es algo que creo haber evidenciado ya de modo suficiente. Opino, además, que como síntomas suyos están bien citados algunos de los aspectos superideológicos que acabo de mencionar. Aunque considero que, al citarlos de la manera en que lo he hecho (que es, ni más ni menos, que el modo corriente), he dado apariencia de dispersión a lo que creo que tiene una base unitaria, a saber: la crisis misma de la superideología industrialista.

Dicho de forma más directa y simple. A lo que estamos asistiendo hoy no es sólo al espectáculo de una tecnología industrialista metida en apuros por sus correlatos negativos desde un punto de vista medioambiental y social, sino al declive mismo del entramado superideológico que ha prestado credibilidad a las muchas declaraciones tecnofánicas que han ligado esos desarrollos tecnológicos al cumplimiento de expectativas que les podían haber sido completamente ajenas. Por un lado, las ventajas realmente depuradas por la tecnología industrialista se han quedado

muy lejos de los *paraísos* prometidos por tecnofanáticos que, al hacerlo así, se sentían justificados por la superideología misma del progreso. Y, por otro, no han bastado esas ventajas reales de la tecnología moderna para equilibrar sus impactos en el entorno.

Los aprietos del concepto de progreso

Uno puede obsecarse en ocultar la realidad. Lo que no puede soterrarse hoy es que los problemas ecológicos cada vez más agudos que venimos padeciendo se hallan entre las causas principales de los apuros por los que está pasando la superideología de progreso.

Parece claro que esos problemas ecológicos han llevado a cuestionar lo hasta hace poco incontrovertible: que el avance tecnológico contribuye al bien-vivir.

Es un sentimiento creciente que, aunque es irrefutable en abstracto que el progreso tecnológico industrialista genera mayor riqueza, hay que matizar esta aserción. La genera, sí, pero a costa de practicar mayormente una política de explotación de recursos naturales irrenovables. La produce, sí, pero emponzoñando aires, suelos y aguas, sin dejar a la Tierra margen suficiente para recuperarse. Y haciendo además una y otra cosa, en muchísimas ocasiones, no en el lugar donde propiamente acaece el avance tecnológico, sino en aquellos otros sitios que le suministran los recursos energéticos, las materias primas o los espacios para el depósito de residuos.

Lo acabado de sustentar podría expresarse de esta otra forma: no es infrecuente que el progreso tecnológico industrialista incremente el nivel de vida en unos sitios, disminuyendo la calidad de vida²⁴ en otros. Esos lugares pueden pertenecer, o no, a la misma nación.

En suma, el concepto de progreso ha entrado en crisis. Y, con él, lo han hecho esos otros aspectos de uniformación y concentración que habían caracterizado la empresa tecnológica moderna civil.²⁵

Pero la crisis no afecta sólo a aspectos civiles, sino a la propia salvaguardia militar de los logros alcanzados.

Capitalismo y comunismo no han diferido en una concepción básica: la clave del progreso social se halla en la innovación tecnológica. Sus desavenencias no han tenido que ver con la bondad, o no, de la tecnología, sino con la propiedad de los medios técnicos de producción. Ambos no sólo concuerdan en eso, sino también en la necesidad imperiosa de *defender técnicamente* los logros sociales.²⁶

Hoy los países comunistas²⁷ se debaten en el torbellino de una necesaria *glasnost*, no sólo en lo político, sino en lo ecológico. La tecnología industrialista ha dejado en ellos, como sucedió en Occidente, la terrible huella de un ambiente casi hostil. Además, su bajísima calidad de vida ha evidenciado la falsedad de esa hipótesis que presenta la tecnología militar como motor de la tecnología civil.

Creo, en suma, que estamos en tiempo de crisis. No veo, empero, que el cambio afecte a aspectos dispersos de la realidad. Pienso que concierne tanto a la tecnología industrialista cuanto a la superideología del progreso en que aquella se inscribe. Una superideología que, traducida en las concepciones de eficiencia, uniformidad, concentración y defensa militar, ha sido aducida por tecnofanáticos como la base que justificaba buen número de sus utópicos pronósticos. Pronósticos estos que ligaban la tecnología industrialista a la satisfacción de metas que han sido rotundamente incumplidas una tras otra.

Ante ese fiasco han surgido hoy, por una parte, actitudes de carácter netamente *fundamentalista*. Son numerosos los ultrafanatismos, que, responsabilizando exclusivamente a la técnica de los problemas de nuestro tiempo, predicán la religión²⁸ como su sustituto. Por otra parte, hay cada vez más intentos de buscar la responsabilidad de esos incumplimientos en otro sitio que no sea la tecnología moderna y la superideología del progreso en que se enmarcan sus desarrollos.

Esos intentos parten de la aceptación de algo que parece incontestable: la contaminación, que hoy está motivando que se pongan entre interrogantes los desarrollos tecnológicos, no sería un problema o sería *muchísimo menos* problemática, si el ser humano fuera *resistente* a ella.

1. En el capítulo anterior he tratado de plantear las consecuencias (que se presumen revolucionarias) de aceptar el imperativo tecnológico. Ahora voy a intentar conectar, de manera mucho más argumentada, las declaraciones tecnofanáticas con la superteoría (en este caso, del progreso) que les dispensa apoyo. Examinaré también cómo, al plantearse serios problemas con el cumplimiento de las expectativas abiertas por esas declaraciones, se recurre a otras teorías de distintos niveles —encajadas también en la superteoría del progreso—, que permitan defender otras hipótesis explicativas de ese fiasco, que no consistan en un mero echar las culpas a la tecnología.

2. Por ejemplo, en el seno de la superteoría del progreso se inscribe (quizá, contra la propia voluntad de sus cultivadores) la superteoría darwiniana de la evolución o su sucesora, la teoría sintética de la evolución.

3. Así, la superteoría del eterno retorno (teoría cíclica del tiempo) articuló una concepción del mundo —la característica de los griegos— que contenía la creencia de que cada ciclo repetía en sus detalles el curso y los acontecimientos del ciclo antecedente. Resulta, entonces, obvio que en una superteoría de esa clase no podía fructificar la idea (estricta) de progreso.

Como dice John Bury en su libro *La idea del progreso* (Madrid, Alianza, 1971, p. 18), el concepto de progreso deriva su valor, su interés y su poder de sus referencias al futuro. No es necesario, por ello, haber aprehendido ese concepto para sustentar cosas como que la humanidad ha avanzado en el pasado. El progreso no consiste sólo en avance. El concepto de progreso incluye —repito— una referencia al futuro. Se aprehende ese concepto cuando se entiende que la humanidad ha avanzado, avanza y seguirá haciéndolo —yendo siempre hacia delante, quemando etapas en una marcha indefinida hacia un mundo mejor—.

Es esa referencia al futuro la imposibilitada, precisamente, por la superteoría del eterno retorno. Hay un avance en cada ciclo, como hay también un retroceso. Y esos mismos avance y retroceso se repetirán por siempre. No hay un avance indefinido.

La superteoría de la providencia tampoco articula una concepción del mundo que permita tener una visión progresista. En la concepción medieval, en concreto, se interpreta que «el propósito del movimiento total de la historia es asegurar la felicidad de una pequeña parte del género humano en otro mundo; no se postula un ulterior desarrollo de la historia humana sobre la tierra» (*ibid.*, p. 30).

La superteoría del progreso sólo comenzaría a articular la concepción dominante del mundo a partir de los siglos XVI-XVII, esa concepción que llamo en el texto «viejo mundo».

4. Permítanme que sistematice en esta nota unos cuantos aspectos de torno a la tecnociencia moderna que han aparecido en páginas anteriores.

Por ciencia se entiende en el *viejo mundo*, ante todo, una actividad. Y no simplemente una actividad cognitiva. La ciencia es poder; la ciencia es potencialidad... de perfeccionar la naturaleza.

En el *viejo mundo* la naturaleza se concibe con caracteres de antagonista. Perfeccionarla consiste, entonces, en hacer que desaparezca su oposición. En esa tarea la ciencia es un factor de primer orden. La ciencia nos permite, en un principio, controlar los elementos de la naturaleza que nos plantean dificultades. Puede incluso, finalmente, permitirnos no sólo dominar, sino incluso erradicar de la naturaleza las causas mismas de dichos problemas.

La ciencia, así concebida, dista mucho de su imagen más común. Según ésta, la ciencia no es tanto actividad cuanto *teoría*. Lo bien cierto, sin embargo, es que esa concepción teórica de la ciencia (moderna) ni es fiel a su génesis, ni a su desarrollo. Históricamente, la ciencia moderna —como ya he dicho— no surge tanto de un intento de explicar el mundo cuanto de dilucidar las causas *eficientes y metrizables* que producían eventos ya encauzados por técnicas. A través de ese complejo tecno-teórico (lo usualmente conocido por «tecnología») lo que se intenta, entonces, es controlar o perfeccionar el mundo. Resumiendo, la ciencia moderna constituye, básicamente, una *actividad* que tiende a dominar la naturaleza a través de procesos técnicos que inciden sobre causas *explicadas*.

5. Bien entendido que por «factibilidad» se entiende aquí sólo «posibilidad técnica de realización», sin atender a (lo que se denominan típicamente) factores externos al propio proyecto técnico.

6. Repito, nuevamente, mi consejo de que vean a este respecto (si no lo han leído ya) el capítulo 3.

7. Este aspecto es crucial para entender el capítulo siguiente. Recomendando, pues, que no se pierda de vista. Como prototipo de determinista tecnológico que recomienda no oponerse a la «ola» de innovación tecnológica, sino ir a favor de la corriente, para evitar contradicciones generadoras de conflictos, se halla Alvin Toffler con su (en particular) *La tercera ola* (2 vols., Barcelona, Orbis, 1986, muy interesante). Respecto de la tesis de que el ser humano debe ser (en la medida de lo posible) configurado técnicamente, para que se adecue a algunas exigencias establecidas por la tecnología, pueden ustedes (además del final del capítulo 5) leer mi artículo «La ciencia descubre, la industria aplica y el hombre se conforma. Imperativo tecnológico y diseño social» en Manuel Medina y José Sanmartín (eds.), *Ciencia, tecnología y sociedad. Estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública*, Barcelona, Anthropolos, 1990 (Nueva Ciencia, 6).

8. Se ha tratado de justificar científicamente estas opiniones recurriendo a los conceptos de reorientación y ritualización de la agresividad, característicos de la teoría etológica (véase a este respecto mi libro *Los nuevos redentores*, Barcelona, Anthropolos, 1987, 21989 [Nueva Ciencia, 1]) (en especial su apartado «El arma hizo al hombre», pp. 97-111).

David P. Barash (en su libro *La liebre y la tortuga*, Barcelona, Salvat, 1987) pone en conexión el crecimiento armamentístico (nuclear) de la guerra fría con la idea propia de la mentalidad de Neanderthal de que «más es mejor» y «menos es peor». Dice, por ejemplo, «cada vez que el hombre de Neanderthal de hoy se enfrenta a algo nuevo adopta la forma de pensar de Procusto, y trata de encajar el nuevo problema en la estructura inadecuada de sus antiguos conceptos. De ahí que se piense que

tener más armas nucleares es mejor que tener menos, que los misiles nucleares se convierten en simple artillería o en una especie de catapultas a lo grande, y que se crea que es posible declarar, entablar y ganar una guerra nuclear como se ha hecho hasta ahora con las guerras convencionales» (*op. cit.*, p. 166).

9. Entre los logros estarían los excedentes. En ese sentido, hay quien dice que la necesidad de la defensa surgiría de la existencia de excedentes que proteger de la tendencia (de los potenciales enemigos) a compartir.

10. Hoy se sabe que no es ése el caso. Los países más desarrollados desde un punto de vista militar no cuentan entre los más evolucionados en tecnología civil. Y a la inversa —como atestiguan Japón y Suecia—.

11. Hay quien, como René Dubos, piensa que los beneficios de la industria moderna no dependen tanto de la tecnología como de la fuente de energía: «El hombre moderno se ha beneficiado de esta economía de extracción y ha creído erróneamente que sus beneficios se debían por entero al conocimiento científico y a los procedimientos técnicos, pero el vertiginoso crecimiento tecnológico de los siglos XIX y XX sólo ha sido posible gracias a la desconsiderada actitud que el hombre ha adoptado al explotar los recursos naturales irrenovables y crear condiciones que deterioran el medio ambiente» (*Un dios interior*, Barcelona, Salvat, 1986, p. 193).

12. Uno podría opinar lo contrario: es la propia política extractiva la que motiva la aparición de una industria y una población concentradas. Y, desde luego, esta opinión me parece históricamente más corroborable que su contraria.

13. Esta convicción es parte del influjo del *mito de la máquina* (ése es el título de una obra de Lewis Mumford, publicada en Buenos Aires [Emecé], 1967, cuya lectura es altamente recomendable a este respecto). Para la superideología industrialista, recuérdese, nada es más eficaz que una máquina. Y, si ésta se caracteriza por algo, es por la uniformidad de sus movimientos (véase también el tópico tercero del capítulo 1 del libro que tiene usted en sus manos en este instante).

14. Véase nota 13 del capítulo anterior.

15. Frente al posible uso simultáneo de diversos recursos energéticos, el desarrollo tecnológico-industrial dependerá en cada una de sus fases de una *sola* fuente de energía, hasta llegar prácticamente a su agotamiento.

16. En las últimas décadas, como ha señalado por ejemplo L. González Seara («El cansancio de la vida, fenómeno de nuestro tiempo», ponencia dictada en el Instituto de Ciencias del Hombre, Madrid, Karpos) se ha extendido un cansancio de la vida del que no parecen escapar ni siquiera los niños. Sus causas creen encontrarse en la soledad característica del individuo en las aglomeraciones urbanas. Entre sus efectos, se halla un incremento significativo de los síndromes depresivos, con el consiguiente aumento del índice de suicidios (véase a este respecto, M.^a Luisa García-Merita, «Tecnología y naturaleza humana», *Anthropolos*, 94/95, marzo-abril [1989], 110-114).

17. Como me decía un famoso ingeniero industrial español, *primum vivere, deinde philosophare*. Cosa que para él —como para muchísimos— viene a significar algo así como primero, implantemos industrialmente cuanto tecnología podamos. Ya nos preocuparemos —cuando la gente

pueda comer gracias a esa industrialización— del deterioro medioambiental. Para mí, eso, en cambio, significa algo así como pan duro para hoy y miseria segura para mañana. Si no, pregúntenselo a los rumanos.

En cualquier caso, lo bien cierto es que hoy esas agresiones al entorno se nos han amontonado. Lluvias radiactivas, ácidas, *smog*, dioxinas, PCB's, plaguicidas, freones, fertilizantes químicos,... han comenzado a constituir un espectro que amenaza la Tierra, ante el que (en Occidente, al menos) sólo los necios o los cínicos permanecen impasibles. La contaminación es una pesada losa atada al cuello de la tecnología. Y la verdad también es que sus (ir)responsables directos no saben muy bien cómo resolver la cuestión. Siempre se sale con frases hechas, del tipo: «el asunto se zanjará, sustituyendo la tecnología problemática por otra mejor». Cosa esta que queda usualmente en (buenas) palabras en boca de quienes, como ya he dicho en el texto, argumentan desde la previa aceptación del imperativo tecnológico y valoran una tecnología, ante todo, por los beneficios económicos que les reporta.

Para la mentalidad industrial dominante, las tecnologías mejores son las más rentables. Así de claro. Y lo habitual ha sido que, cuando se ha planteado un problema de contaminación, antes de prescindir de la tecnología sospechosa o de apañarla, ha seguido usándose industrialmente, mientras ha generado beneficios.

Hoy por hoy, en suma, contaminación y rentabilidad económica son una pareja indisoluble en un sistema sociotécnico que evalúa la aplicación industrial de una tecnología en un marco de dos coordenadas: costos y ganancias. Obviamente, mayores serán estas últimas cuanto menores sean los costos. Y entre éstos se sigue siendo cicatero con los significados por la puesta en práctica de medidas anticontaminantes.

18. Me refiero a los combustibles fósiles en particular.

19. He destacado la tecnología nuclear porque, de alguna manera, su historia es paradigmática de lo que nunca debía haberse hecho. Siguiendo el principio de concentración de fuentes de energía, ante la amenaza (luego falsa) del agotamiento de los combustibles fósiles o de su insuficiencia manifiesta en relación con el crecimiento previsible de la industria en los años setenta, se inició a partir de los cincuenta la construcción acelerada de centrales nucleares. A ningún tecnólogo en su sano juicio se le ocultaban los riesgos de la empresa nuclear. Se tildaban, sin embargo, de mínimos al compararlos con los grandes beneficios que iba a deparar: ninguna otra fuente de energía semejaba *en principio* más barata.

Los accidentes habidos desde Windscale hasta el más reciente de Vandellós 1 (aquí mismo, en el Estado español) han evidenciado, sin embargo, que las expectativas iniciales de contar con una energía de bajo precio no se pueden satisfacer fácilmente en este caso. El principio «Hagámoslo. Siempre podremos arreglarlo luego» parece que va a ser de obligado incumplimiento en el caso de la energía nuclear. Las medidas de seguridad que habría que introducir para hacer más seguras unas centrales que nunca lo serán del todo encarecerían extraordinariamente el kilovatio. Tanto, tanto, que no sería, en modo alguno, rentable.

Hoy no son sólo elementos marginales quienes hablan de la necesidad de cambiar de política energética. Lo peor del caso es que enfrente tienen

a quienes teóricamente son unos servidores de la razón que, en cambio, actúan con los ojos vendados por la intransigencia. Los tecnólogos nucleares en general siguen sin aceptar que esta energía sólo será barata a base de no hacer las costosas inversiones en medidas de seguridad que requieren las centrales nucleares. Y continúan hablando de energía limpia y segura. Ni Harrisburg, ni Chernobil, ni Vandellós parecen haber existido.

20. Véanse por ejemplo mis artículos «Reflexiones en torno a la cuestionable primacía de lo teórico», *Arbor*, 507, marzo (1988), 29-45, y «No toda producción es síntesis», *Anthropos*, 94/95, marzo (1989), 39-44.

21. Es decir, seres cuyo material hereditario (por lo general, el ADN) resulta de juntar porciones del material hereditario de individuos pertenecientes a especies distintas. Véase a este respecto, por ejemplo, mi libro *Los nuevos redentores*, Barcelona, *Anthropos*, 1987, 1989 (Nueva Ciencia, 1) (en particular, su apartado «La estirpe de Quimera», pp. 41-49).

22. Esa alteración puede ser hoy enormemente profunda. Por vez primera en la historia podemos sintetizar seres vivos, capaces, como tales, de crecer y multiplicarse. Seres vivos integrantes de nuevas especies. Seres vivos que pueden diseñarse de tal modo que no haya factores bióticos o abióticos que (al menos, en principio) puedan frenar su expansión por la naturaleza (véase de nuevo [si se quiere, claro está] el libro citado en la nota anterior, en particular sus páginas entre la 51 y la 75).

23. Piénsese en Seveso o en Bophal, en Harrisburg o Chernobil; o, en algo más cotidiano, la contaminación acarreada por las tecnologías químico-agriculturas.

24. Sé que es muy difícil caracterizar de modo riguroso lo que es la calidad de vida. Para conocer el nivel de vida de un país, basta atender su Producto Interior Bruto (PIB). La calidad de vida tiene muy poco que ver con el PIB. Éste puede ser bajísimo y la calidad de vida puede ser alta (véase a este respecto la nota 2 del capítulo 1).

25. Desde hace, en particular, unos veinticinco años han entrado en escena algunas tendencias desuniformadoras y desconcentradoras. Esas propensiones son muy evidentes, por ejemplo, en el ámbito estatal.

Es un secreto a voces que los Estados nacionales de la modernidad están pasando por serios apuros. Cada vez adquieren mayor protagonismo los *pueblos* concentrados bajo dichos Estados. Y, a la vez, esos pueblos tienden a formar organizaciones supranacionales. En medio, emparentada, queda la burocracia de un Estado central en que se parapeta una clase política que, con mucha frecuencia, no es consciente de la nueva situación. Que gobierna, en suma, como si todavía siguieran existiendo las antiguas mayorías del pasado que le dieron origen: aquellas mayorías, aglutinadas por un entramado ideológico, que, en nuestro tiempo, están cediendo su lugar a minorías.

Lo que está sucediendo en este contexto es realmente llamativo. Se sigue gobernando como si esas mayorías ideológicas existieran. Se aduce como prueba el éxito mayoritario de una opción política frente a otras, cuando quizá son los *mecanismos obsoletos* de detección de opiniones en que consisten las elecciones generales los que motivan ese resultado. Antes de que éstas se celebren, además, es común que haya un período durante el cual se intenta (incluso subliminalmente) que la ciudadanía

olvide momentáneamente cuitas particulares. Luego, la solución de esos problemas se convertirá en un auténtico calvario para el gobierno nacional que salga de las urnas. Pues, el arte de gobernar hoy —a fines del siglo xx— tiene muy poco que ver con la materialización de ideologías y mucho, en cambio, con la resolución de los asuntos que conciernen a minorías.

A la solución de las paradojas que acabo de evidenciar, podrían coadyuvar algunas tecnologías que ya están entre nosotros. Tecnologías que tienen que ver muy poco con las propias de la modernidad. Tecnologías posmodernas, en nada gigantes y de necesidades energéticas escasas, como las microelectrónicas y, en particular, la tecnología de ordenadores. Esas tecnologías, precisamente, que están favoreciendo la desconcentración en otro contexto: el mundo laboral.

Con ello no quiero decir, desde luego, que baste utilizar esas tecnologías para que los problemas reseñados desaparezcan como por ensalmo. Se requieren cambios sociales. Sobre todo, se precisan variaciones en la mentalidad de los gobernantes, para que el uso de dichas tecnologías produzca los resultados apetecidos. La primera —y más importante—: abandonar el marco de la superideología moderna al analizar impactos de la tecnología postmoderna. Con un ejemplo, desde la creencia moderna en que la concentración es la clave de la eficacia no pueden comprenderse en su justa medida los problemas originados por las propensiones desconcentradoras postmodernas.

Espero que no se me acuse de incurrir en un exagerado optimismo tecnológico por decir lo anterior. Creo que utilizar ordenadores podría contribuir a desarrollar una forma nueva de democracia más acorde con las tendencias desconcentradoras a que he aludido. El ordenador podría permitir la emisión de opiniones matizadas de la ciudadanía sobre los temas que le afectan: esos problemas que se marginan cuando simplemente la democracia se reduce a introducir un papel con nombres en una urna cada x años.

Lo chocante de hoy es que los políticos que dicen impulsar el desarrollo de las tecnologías postmodernas suelen estar anclados en la ideología preterida de la modernidad. Ello, en buena medida, obstaculiza el uso de las mismas para *aggiornar* la actividad de gobierno.

26. Tras la II Guerra Mundial los bloques capitalista y comunista iniciaron una acelerada carrera de invención de armas, a la que se ha querido encontrar, como ya he dicho antes, justificación biológica.

27. La situación en estos países cambia tan rápidamente que, mientras corrijo el original de este capítulo, algunos de ellos han dejado de ser comunistas.

28. Religión en su sentido tradicional de creencia en seres superiores (dioses o similares); pero también religión en un nuevo sentido ecológico-místico.

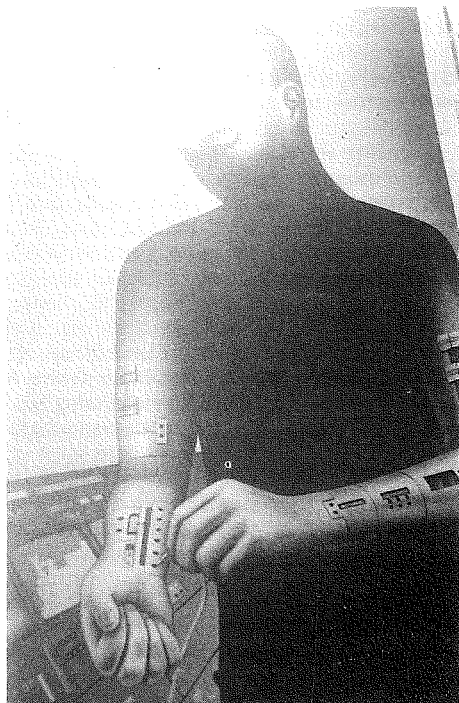
TECNOLOGÍA, INDUSTRIA Y EUGENESIA

Es pertinente recordar ahora la pregunta que me formulaba en otro punto de este ensayo.¹ El incumplimiento de las expectativas que la tecnología permite augurar, el amargo despertar de nuestros sueños utópico-tecnológicos en medio de una naturaleza emponzoñada, ¿no tendrá sus más profundas causas en el propio ser humano, a todas luces inadecuado para sacar a un fruto de su cultura todo el juego que debiera?

Quienes hoy dan una respuesta afirmativa a esta cuestión suelen aducir como causas profundas de esa clase lo que tildan de *defectos genéticos*.² Y apoyarán sus aserciones en teorías científicas que, encajadas a su vez en la super-teoría del progreso, parecerán taponar las muchas heridas abiertas en ella por la realidad de una tecnología industrialista causante de una contaminación galopante (y, en general, de una agresión creciente al medio ambiente y la sociedad).

Bioevolución, neodarwinismo y resistencia

Las teorías a que acabo de aludir son, en este caso, el neodarwinismo³ y las dilucidaciones *biologistas*⁴ que, bajo la forma de explicaciones acerca de fundamentos biológicos de la personalidad, bases biológicas del comportamiento ani-



mal y similares, tratan de dar cuenta de los rasgos de la personalidad, conducta, etc., a partir principal, cuando no exclusivamente, de la biología innata del individuo.

Directamente justificado por el neodarwinismo se dice que está un argumento bastante generalizado. Se trata de un raciocinio bifronte. Por una parte, concierne al ser humano y a su supervivencia. Por otro, contempla la posible extinción de la vida humana sobre la Tierra y la defiende.

Para probar una y otra cosa se recurre a un concepto básico del neodarwinismo. El de preadaptación. Sin incurrir en posiciones finalistas, se dice que un ser vivo está preadaptado cuando, frente a otros de su misma población, presenta variaciones que le permitirán superar, en un momento dado, algún obstáculo biótico o abiótico de su entorno. No es, en suma, que ante esos problemas haya

individuos que varíen de modo que puedan resolverlos, frente a otros que no lo hagan o no puedan hacerlo. Es que ya hay seres vivos que, antes de que el problema se haga patente, poseen características que les permiten superarlo. Otros, no. Ilustraré lo dicho con un ejemplo.

Cuando se introduce en un cultivo de bacterias un antibiótico, lo común es que siempre quede alguna bacteria viva. Se trata de aquella bacteria (pueden ser varias) que poseía ya en su genoma⁵ el gen gracias al cual esa sustancia no ha acabado con su vida —el gen, en suma, de resistencia a la misma—. Esa bacteria, en circunstancias apropiadas, generará una descendencia resistente a dicho antibiótico. Si, luego, esa prole se sujeta a la presencia de un nuevo antibiótico, lo normal de nuevo será que muera la mayor parte de las bacterias que la integren. Quedará viva, empero, alguna. Exactamente aquella bacteria entre cuyos genes se halle uno que le haya permitido resistir o no sucumbir ante la sustancia en cuestión. La historia se repetirá. Y así, al cabo del tiempo, la población inicial de bacterias de que se trata habrá evolucionado. Habrá dado lugar a nuevas poblaciones en cuyo acervo de genes⁶ incrementarán su presencia aquellos que, en algún momento, hayan supuesto la salvación de alguna bacteria ante el ataque de un antibiótico.

Lo dicho para bacterias puede extenderse a la evolución de poblaciones de seres vivos en general. Pero, si es así, opinan los aludidos filósofos, ¿a qué tanto ruido con la contaminación en relación con el ser humano?⁷ Contaminación siempre la ha habido —se opina—, aunque tuviera un origen natural. Y, además, ¿por qué hemos de ser nosotros distintos de las bacterias a este respecto? Al igual que su evolución significa incremento de variaciones favorables, entendido esto como generalización de factores de resistencia (existentes en un principio en uno o en unos pocos ejemplares), siempre habrá algún ser humano que contenga en su genoma el factor que lo torne resistente ante una sustancia tóxica —por mucho que lo sea—. Y, aunque así no fuera, siempre lo habrá en algún otro viviente. Y lo que importa es la evolución de la vida, no de una especie en concreto. Especies se han extinguido muchas. Pero la vida continúa.⁸

Teorías biologists y eugenesia

Tampoco tenemos por qué aguardar a que la selección natural genere un ser humano resistente ante los agentes de la contaminación que acompaña la tecnología industrialista. Gracias a la propia tecnología estamos hoy en situación de acelerar grandemente ese proceso.

En efecto, actualmente disponemos ya de tecnologías que nos permiten intervenir un genoma, eliminando o insertando alguna porción de ADN. Permítanme que me extienda algo en este tema —muy importante para comprender en sus justos términos lo que sigue en este ensayo—.⁹

El ADN, como ustedes saben,¹⁰ adopta una configuración espacial semejante a la de una doble hélice enrollada, que en la mayoría de las ocasiones, gira a derechas (figura 3).

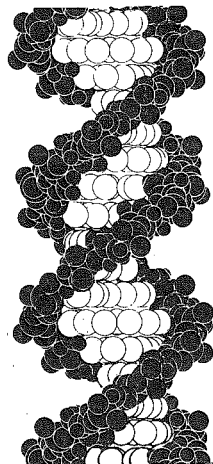


FIGURA 3. Modelo tridimensional de una molécula de ADN

El esqueleto interno de la doble hélice está constituido por enlaces o puentes de hidrógeno entre pares de bases determinadas. Esas bases, como ya he dicho antes, son cuatro: Adenina, Timina, Guanina y Citosina, abreviadas respectivamente por A,T,G y C. Las uniones entre las bases

tienen una gran especificidad. En concreto sólo se enlazan A-T y G-C. Esa especificidad, o complementariedad, permite deducir la secuencia de bases de una de las cadenas de la doble hélice de ADN si se conoce la de su compañera (figura 4).

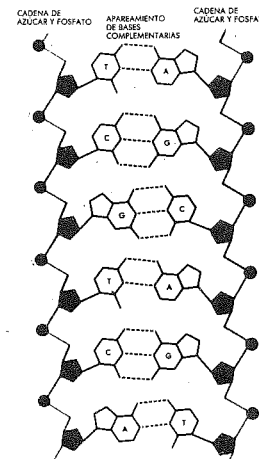


FIGURA 4. Apareamiento de dos cadenas de ADN

En ese carácter específico radica la extraordinaria simplicidad con que la naturaleza opera en fenómenos aparentemente tan complejos como pasar la dotación genética a la prole. En efecto, en ciertas ocasiones y en un cierto punto («horquilla de replicación») se separan las dos cadenas de la doble hélice. Cada cadena actúa entonces como molde, positivo o negativo, para sintetizar su complementaria. Con ello —figura 5— se generarán dos moléculas de ADN-hijas idénticas (de no mediar, claro está alguna mutación).

También en esa especificidad descansan, en buena medida, los éxitos inicialmente augurados para la ingeniería genética. Intentaré explicar brevemente el sentido de esta última afirmación.

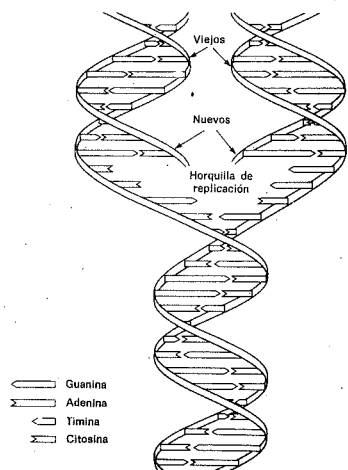


FIGURA 5. Replicación del ADN

Supongo que ustedes saben que hay unos pequeñísimos seres vivos, los virus, que no son otra cosa que material genético y una cubierta polisacárida. Una característica notable suya es que no se reproducen por sí mismos. Infectan células animales o bacterias. La infección consiste en que inoculan su genoma en esas células o bacterias. Éste se abre camino en el genoma de la célula o bacteria en cuestión y se inserta en él. Más tarde, cuando se replique el material hereditario de esas célula o bacteria, se replicará también el del virus infectante (figura 6).

A veces, sin embargo, la célula o bacteria infectada reacciona contra el genoma vírico inserto entre sus propios genes; lo corta y lo elimina.

Atraídos por este hecho, algunos investigadores de la genética postularon, primero, y descubrieron, después, enzimas que cortaban el ADN por los puntos en que estaban cosidos a él los genes de los virus infectantes. Se les llamó «enzimas de restricción» o «restringtasas». Esos enzimas cortan el ADN por puntos diversos.

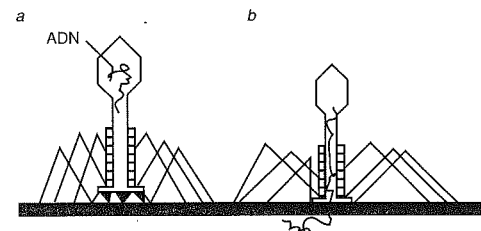
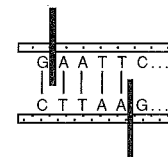


FIGURA 6. Un fago (a) inyecta su ADN en una bacteria (b)

Alguno de esos enzimas, en concreto el llamado «Eco RI»¹¹ siempre corta la molécula de ADN de una bacteria *Escherichia coli*¹² por el mismo sitio. Parece que en este caso es la secuencia:



Al efectuarse un corte mediante Eco RI, se separan las dos cadenas de ADN por los puntos de ruptura señalados. En una cadena quedará, entonces, suelta la cola AATT; en la otra, lo estará TTAA. Estas colas son adherentes. Se trata de zonas viscosas de unión, que se vuelven a soldar entre sí por la acción de determinados enzimas. La viscosidad de las colas, la existencia de enzimas que pueden ligarlas de nuevo y la especificidad de la conexión entre las bases nitrogenadas del ADN permiten que entre las colas sueltas se pueda introducir una porción de ADN cuyos extremos sean (en este caso) AATT y TTAA respectivamente (figura 7).

Esa porción de ADN puede provenir de un individuo de la misma o de diferente especie, tanto da. Una vez soldados sus extremos por la acción de un enzima, la porción

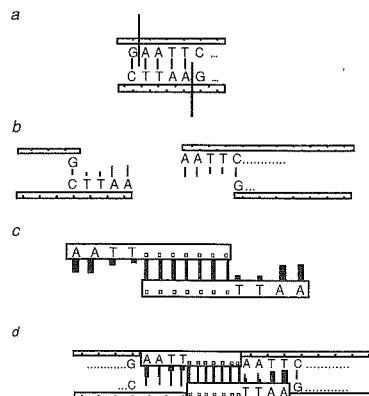


FIGURA 7. (a) Eco RI corta un ADN por puntos determinados; (b) quedando sueltas colas AATT y TTAAG; (c) una porción de ADN extraño en que están sueltas las colas TTAAG y AATT puede insertarse (d) en el ADN inicial

insertada se replicará con el resto del genoma en que se haya introducido. Sólo habrá (al menos, en teoría) que dejar suelta, en este caso, la bacteria *E. coli* intervenida. Como ser vivo que es, se reproducirá, replicando previamente su dotación genética y, al mismo tiempo, la porción de ADN ajeno.¹³

Pues bien, lo dicho les permite a algunos abrigar ciertas esperanzas de remontar la crisis en que se halla actualmente la tecnología industrialista (y, en consecuencia, la superideología del progreso en que se inserta y la cosmovisión moderna —a la que he denominado antes, haciendo un juego de palabras, «viejo mundo»—). Esos algunos se cuentan entre quienes, desde siempre, han visto al ser humano —y, con él, los restantes seres vivos y la naturaleza toda— como una obra imperfecta, como algo que había que mejorar, usando a ese fin los mismos medios que permiten doblegar la hostilidad del entorno natural: la técnica. Me refiero a los *eugenistas*.

La eugenesia hoy

Por «eugenesia» saben ustedes que se entiende un conjunto de técnicas de *mejora* de la especie humana basadas, las unas, en impedir la reproducción de personas con deficiencias o enfermedades hereditarias y, las restantes, en promocionar los cruces pertinentes.¹⁴ El primer tipo de eugenesia recibe el nombre de «disgenesia» o «eugenesia negativa». El segundo tipo, llamado también «eugenesia positiva», es lo conocido propiamente como eugenesia.

En la eugenesia han depositado algunas gentes desde siempre grandes esperanzas de *construir* un ser humano mejor. Pero sólo a principios de este siglo, con el desarrollo de la genética, se comenzaron a tener algo más que intuiciones de cómo hacerlo. Se detectaron regularidades en la transmisión hereditaria. Ello, más la creencia en el origen principalmente biológico de algunos rasgos comportamentales, hicieron abrigar expectativas científicas de cómo crear un ser humano *más perfecto*.

Hasta entonces el hombre había sido producto, por una parte, de la bioevolución y, por otra —y principalmente—, de una tecnoevolución que, modificando la naturaleza, había permitido a aquél la satisfacción de sus urgencias materiales crecientes. Pero el ser humano mismo había quedado al margen de la aplicación directa de la técnica. La técnica —con un ejemplo muy simple— había salvado al miope de las *garras* de la naturaleza, poniendo entre ésta y los ojos de aquél un supramedio artificial: unos lentes. Pero no había incidido directamente sobre el ser humano tratando de erradicar defectos de la visión como ése. Ahora parecía factible, favoreciendo los cruces apropiados (eugenesia) o impidiendo los inapropiados (disgenesia). Lo dicho para la vista se extendía en la época fácilmente a otros rasgos, ya no anatómicos o fisiológicos, sino psico-comportamentales. Las expectativas, en definitiva, parecían tan prometedoras que no fueron raras frases como éstas:

Prevemos que la historia de la vida ha de dividirse en tres fases principales. En la larga etapa preparatoria hubo

una desvalida criatura, hija de su medio, a la que gradualmente la selección natural fue dando forma humana. En la segunda —nuestra propia y breve fase de transición—, la vida actúa sobre el medio ambiente inmediato, al que conmueve, modela y desmenuza para adoptarlo a la forma, las exigencias, los deseos y los caprichos del hombre. Y, en la tercera y prolongada fase, el hombre se adentrará en los lugares secretos del magno universo de su propia naturaleza, configurándose en una creación cada vez más sublime, un ser junto al cual las divinidades míticas del pasado parecerán ridículas, y que, contraponiendo sus propios poderes internos y maravillosos al Goliath bruto de los soles y los planetas, los desafiará a singular combate.¹⁵

Me parece correcta esta periodización. En la primera fase, nuestros ancestros estarían sujetos —como el resto de lo vivo— al juego del azar y la necesidad naturales, representados en este caso por las mutaciones acaecidas en su ADN y la operación de una selección natural que promoviera, entre esas variaciones, las adecuadas para superar los problemas del medio. En la segunda fase (que hoy está ya concluyendo) el ser humano se ha ido desadaptando biológicamente del medio y ha llevado a cabo una labor de sistemática construcción de un supramedio técnico, a través del cual se ha subordinado (adaptado) el entorno natural a la satisfacción de las urgencias humanas, unas urgencias de tipo material y creciente. En la tercera fase (coincidente en parte con la segunda), se intenta *recrear* al ser humano: construir una criatura humana más perfecta —más adecuada, en suma, para sobrevivir en un supramedio técnico cada vez más complejo—. Para esa recreación se creyó contar en un principio con las técnicas de mejora asociadas con la genética y sus leyes de la herencia. Sabiendo cómo se transmiten los caracteres, podemos optimizar aquellos que nos interesen. Bastará favorecer los cruces pertinentes.

Sin embargo, los desarrollos de la genética y la tecnología asociada han evidenciado con prontitud que los caracteres anatómicos o fisiológicos eran el resultado de la acción inextricable de biología y ambiente. La cosa no era tan simple como los eugenistas pintaban. No bastaba con

potenciar adecuados cruces biológicos. Los mismos genes en ambientes distintos daban lugar a rasgos anatómicos o fisiológicos que podían diferir grandemente entre sí.¹⁶ Además, la operación de un gen dependía a su vez de los genes que lo acompañaban.¹⁷ La propia ciencia que la eugenesia invocaba hablaba en su contra. Eso no fue definitivo, empero, para que llegara a convertirse en ese «espectro que amenaza al mundo», según frase hoy común y ritual. Para ello sería preciso que el nacionalsocialismo se acercara hasta las puertas del genocidio en nombre de la mejora de la especie humana.

Es por eso por lo que hoy se siente un temor innegable ante la palabra «eugenesia». Evoca demasiados horrores.¹⁸ Lo que no evita que lo por ella referido siga existiendo (incluso, con pujanza) en nuestro tiempo, «a condición de que específicamente no se llame eugenesia».¹⁹ Lo que tampoco impide que proliferen nuevamente proclamas en el más puro estilo de tecnofanático (o científico chiflado de película) del tipo:

La raza humana se halla en el umbral de la más profunda revolución de su historia...El próximo siglo proporcionará al hombre un poder completamente nuevo sobre los mundos natural y humano. Nuestro conocimiento de los procesos fundamentales de la vida se está incrementando tan espectacularmente que pronto seremos capaces de controlar y manipular el sistema bioquímico que utilizan las criaturas vivientes para reproducirse.²⁰

En estas palabras ya se evidencian las diferencias más significativas de la eugenesia de nuestro tiempo con la propia de principios de siglo. Aquella se basaba en el uso de tecnologías de mejora genética a través de la selección, en suma, de quienes habían de cruzarse, atendiendo a los rasgos (anatómicos, fisiológicos y comportamentales) que exhibían. Se aplicaba la tecnología al ser humano. Pero, por así decirlo, esa aplicación se quedaba a las puertas. Ahora le es posible traspasarlas.

Hoy, como he explicado arriba, se comienza a saber cómo entrar en el núcleo de una célula humana, cómo

cortar un cromosoma en unos puntos determinados, cómo insertar entre esos mismos puntos porciones de ADN propias o ajenas, cómo crear las condiciones para que esas porciones se expresen, es decir, sinteticen una cierta proteína o regulen una síntesis de esa índole. Sin incurrir en megalomanías de tecnofanático, podría decirse que hoy se empieza a disponer de las tecnologías que podrían satisfacer la aspiración eugenésica de *mejorar* el ser humano, pero *desde su interior*.

Es usual entre los eugenistas considerar que existen dos facetas del ser humano —*determinadas biológicamente*—²¹ que habría que mejorar.

La primera, concierne a ciertas notas indeseables (al menos, en apariencia) del ser humano, tales como la agresividad o su limitada capacidad intelectual.²²

La segunda faceta que debería mejorarse es la que se refiere a ciertas enfermedades y propensiones de origen genético.

Voy a examinarlas por separado.

Biologismo y comportamiento social

Se dice que, como reacción ante las exageraciones de un conductismo, que consideraba el organismo humano como *arcilla* absolutamente moldeable por influjos ambientales, a partir de los años sesenta (sobre todo) comenzaron a surgir investigadores de la conducta que trataron de evidenciar que ésta tenía ciertas bases biológicas que tornaban imposible esa plasticidad ilimitada que se le suponía. Entre ellos, destacaron, en un principio, los llamados «etólogos».²³

En la etología se quiso explicar, ante todo, uno de los rasgos más llamativos de la conducta social animal humana: su *agresividad* hipertrofiada. Y ello por un motivo alarmante: la tecnoevolución está alejando cada vez más al ser humano de la naturaleza. Hasta tal punto que ya no ejercen influjo alguno sobre su conducta agresiva los mecanismos de inhibición que operan en el caso de los restantes animales.

La agresividad, en el mundo animal, es un auténtico motor —se dice— de la evolución. Gracias a ella, se seleccionan los mejores padres y se establecen jerarquías. Lo primero contribuye a la mejora del acervo genético de la población de que se trate. Y lo segundo permite que quienes llevarían las de perder (incluso la vida), si hubiera enfrentamientos continuos por la posesión de factores limitantes,²⁴ acepten una organización en que, a cambio de ayudar a quienes están por arriba, sean a su vez defendidos por éstos ante el ataque de predadores.

Lo dicho no significa que los grupos de animales no-humanos sean balsas de aceite. Hay enfrentamientos en su seno. Pero no suelen concluir con la muerte de ninguno de los adversarios. Las luchas internas habitualmente son a modo de torneos extraordinariamente ritualizados. Unos torneos que terminan en el momento mismo en que alguno de los contendientes adopta una actitud que inhibe la agresividad del vencedor.

En el caso humano, la muerte es con frecuencia el desenlace de la lucha. El comportamiento humano evidencia una agresividad claramente hipertrofiada. De ser motor de la evolución en general, puede llegar a ser, en nuestro caso, motivo de extinción. El porqué de ello hay que indagarlo, según la etología, en ese proceso tecnoevolutivo que ha separado al ser humano, cada vez más, de la naturaleza. Mal puede ésta, en suma, inhibir una agresividad que, a diferencia de la gran mayoría de los restantes animales, se ejecuta a través de instrumentos. De artificios, en definitiva, que, introduciéndose entre los adversarios, irán alejándolos progresivamente hasta aislarlos de la posible influencia inhibidora de algunos aspectos comportamentales.²⁵ La agresividad humana se vale, en suma, de artefactos —armas— que, alejando agresor y agredido, impiden que sobre el primero ejerzan su labor inhibidora los mecanismos naturales que operan con gran eficiencia en (casi todo el) restante mundo animal.

La agresividad natural, en definitiva, se da en el ser humano, como en los demás animales. En estos últimos, la acompañan factores, asimismo naturales, que la inhiben. Esos factores de muy poco o de nada sirven cuando

la agresividad como en el caso humano, se ejercita a través de artificios. De modo que, podríamos concluir con la etología, la agresividad humana está descontrolada desde un punto de vista natural.

Además, mecanismos culturales —la educación para la paz, principalmente— que podían haber reducido a mínimos la agresividad no parecen haber sido muy efectivos en líneas generales. Los enfrentamientos son cada vez más crueles y cruentos.²⁶

...Y lo bien cierto es que también, cada minuto que pasa, se está en disposición de fabricar armas más mortíferas de un alcance cientos de veces superior al necesario para abarcar la Tierra.

¿No deberemos sacar, como conclusión de todo lo dicho, que se están dando las condiciones objetivas para que una extinción de la vida sobre nuestro planeta sea algo más que una posibilidad remota y que, de poco o de nada, sirven para evitarlo las prácticas culturales —principalmente, educativas—? Si respondemos que ese es el caso, engrosaremos las ya largas filas de quienes, desesperando de la cultura como un medio de salvación, miran hacia dentro del ser humano con el fin de erradicar su *demonio interior*.²⁷ Un demonio identificado con una biología innata que determina la *aparición inevitable* de ciertos rasgos comportamentales —la agresividad en concreto—, que no sólo no serán coartados, sino incluso hipertrofiados por la tecnología misma de la que se valen para su manifestación.

Las miradas hacia el interior del ser humano no van acompañadas usualmente por un recelo hacia la tecnología que (al menos, como concausa) motiva esta problemática situación. Hay quienes, comenzando a argumentar donde los etólogos terminan, agradecen los enormes adelantos ocurridos en la tecnociencia de nuestro tiempo. Refiriéndose, en particular, a la existencia de la ingeniería genética, plantean la necesidad perentoria de usar algunas de sus tecnologías para poner orden en esta caótica situación a la que nos aboca nuestra biología innata.

En concreto, reduciendo la biología innata de un organismo a su constitución genética,²⁸ dichos biólogos ma-

nifestarán que es absolutamente necesario comenzar a pensar hoy en (cuanto menos, la conveniencia de) intervenir tecnológicamente el genoma humano. De esa operación se aguarda la eliminación de lo que, en nuestro genoma, nos torna tan enormemente autodestructivos. Se piensa, incluso, que la ética no sólo no desaprueba, sino que apoya decididamente una actuación de esa índole.

De este modo se podría restablecer la concordancia deseable entre la evolución del ser humano y la de uno de sus productos: la tecnología. Sería posible, en definitiva, liberar el desarrollo tecnológico de una de sus grandes cortapisas: el mal uso que de la tecnociencia hará, en caso contrario, un ser humano inclinado por sus genes a poner en práctica comportamientos extraordinariamente agresivos con los miembros de su misma especie.²⁹

Propensiones a enfermedades y dolencias genéticas

No son pocos quienes consideran absolutamente necesario potenciar hoy las prácticas de intervención sobre el genoma del ser humano, si no tanto para erradicar la causa biológica (supuestamente necesaria y suficiente) de ciertos rasgos indeseables de su conducta social, sí al menos para librarlo de algunas *enfermedades* y *propensiones* al desarrollo de dolencias de origen genético. Enfermedades estas que, en muchas ocasiones, presentan un desenlace cruelmente mortal.

Las tecnologías genéticas (real o potencialmente) involucradas en esas prácticas adoptan tres grandes modalidades:

1. A un primer grupo pertenecen aquellas tecnologías que tienen que ver con la producción de proteínas humanas por medio de microorganismos. Son, en definitiva, tecnologías farmacéuticas.³⁰

2. Al segundo grupo pertenecen las tecnologías de diagnóstico mediante *sondeo genético*.

Como he dicho arriba, el ADN consta de dos cadenas o hebras, enroscadas una alrededor de la otra, formando a modo de una doble hélice. Esas cadenas están constituidas

(además de azúcares) por bases nitrogenadas. Estas bases (adenina, timina, guanina, citosina) se combinan entre sí con una extraordinaria especificidad: guanina-citosina; adenina-timina. De manera que conocida la secuencia de bases de una de las hebras se puede predecir con toda exactitud cuál será la secuencia de bases de la hebra complementaria. Sobre ese hecho descansa buen número de tecnologías de la ingeniería genética. Entre ellas, la de *sondas genéticas* para rastrear genes anormales.

Una sonda genética no es otra cosa (por lo común) que un segmento de ADN, formado por una sola hebra —exactamente: el fragmento complementario de un trozo de una de las cadenas de ADN que integra el gen *anormal*—. Al ser complementarios la sonda y el fragmento de gen anormal, podrán ligarse entre sí en circunstancias apropiadas. Si la sonda está marcada radiactivamente, resultará entonces sencilla la identificación del gen anormal —si existe— y, en consecuencia, de la enfermedad o propensión de que se tratare (figura 8).

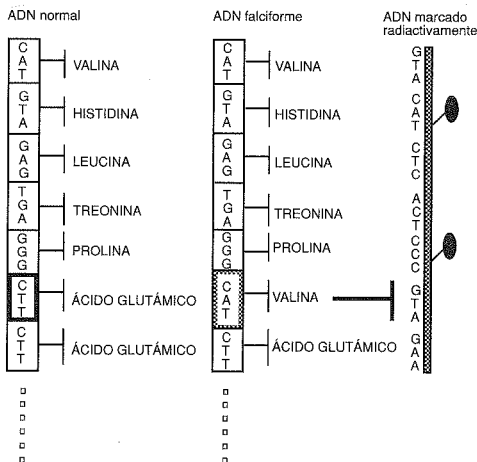


FIGURA 8. En el ADN falciforme, un ácido glutámico (posición sexta) está sustituido por el aminoácido valina. Un ADN marcado radiactivamente (una sonda genética) que contenga en esta posición sexta un triplete de bases GTA, se adherirá en condiciones adecuadas a ese ADN defectuoso

3. Al tercer grupo de tecnologías pertenecen todas aquellas que tienen que ver con la *terapia genética*, con la curación por intervención sobre genes afectados.

Esas tecnologías pueden, a su vez, incidir sólo sobre el ADN de *células somáticas* o pueden hacerlo sobre el ADN de las *células germinales*. En el primer caso, el arreglo genético quedará restringido al individuo intervenido. En el segundo, pasará a su prole.

Del uso conjunto de esas tecnologías se aguardan cosas como las siguientes:

a) La *diagnosis* de propensiones a generar enfermedades (principalmente en la forma de cánceres) ante ciertas sustancias tóxicas o la tendencia a las enfermedades cardiovasculares.

Esa diagnosis, a su vez, adopta dos variantes principales, que llamaré «laboral» y «prenatal», respectivamente. En el primer caso, se efectúan sondeos genéticos entre los obreros que se hallan expuestos a ciertas sustancias tóxicas en los lugares de trabajo. Se espera de esas prácticas que los empresarios puedan obtener una información suficiente acerca del lugar mejor que deben ocupar sus empleados (o si deben ser cambiados de empresa, o —simplemente— despedidos).³¹

En el caso de la diagnosis prenatal, se aguarda la localización de la causa genética de un buen número de enfermedades, muchas de las cuales —como antes he dicho— suelen abocar a una muerte cruel. En este sentido, de las tecnologías genéticas se espera también:

b) La diagnosis prenatal y solución terapéutica de enfermedades causadas por *un solo gen* alterado.

Destacan entre ellas las enfermedades que afectan a la hemoglobina, tales como las talasemias o la anemia de célula falciforme. En las primeras falta por completo el gen normal de alguna de las cadenas proteínicas que forman la hemoglobina. En la segunda, la alteración parece mínima: un aminoácido valina se inserta en lugar de un ácido glutámico en una de las cadenas de la hemoglobina, con el resultado siguiente: si se es portador (es decir, sólo se tiene un gen para la hemoglobina afectado de esa manera), se posee la ventaja de ser inmune ante ciertas formas —las

peores— de malaria; pero si ambos genes alelos están afectados de la manera descrita, los glóbulos rojos adoptan una forma de hoz (falciforme) y son incapaces de recoger y transportar eficazmente el oxígeno.³²

c) La diagnosis prenatal y solución terapéutica de enfermedades causadas por alteraciones que afectan a *varios genes* o grandes anormalidades cromosómicas.

Quizá, hasta hace poco, hayan sido estas enfermedades las más conocidas como causas de abortos. Surgen de aberraciones que tienen que ver con el número de cromosomas o con procesos de inversión de grandes porciones de ADN en el seno de los cromosomas. La enfermedad más conocida, debida a una alteración en el número de cromosomas, es la llamada «síndrome de Down».³³

Sondeos genéticos vs. medidas ambientales

Me voy a permitir ahora hacer algunas observaciones sobre esta suerte de intervenciones genéticas (algunas, reales; otras, posibles).

Me referiré, en primer lugar, a la posibilidad que hoy ya se tiene de *sondear* la existencia de alguna secuencia de ADN que torna a su portador propenso al desarrollo de alguna suerte de cáncer si está en contacto laboral con algún polucionante.

Ante esa situación caben dos tipos de medidas: unas que incidan directamente sobre la tecnología de que se trate, tratando de modificarla de modo que no genere la sustancia en cuestión. Ello evidencia —según algunos— las *insuficiencias* humanas para extraer a la tecnología todo su provecho. Por eso no es raro que quienes así piensan propugnen el otro tipo de medidas: rastrear entre las dotaciones genéticas de quienes trabajen en esas instalaciones aquéllas que sean *sensibles* a los polucionantes de que se trate.

Esos análisis genéticos tienen dos consecuencias que deseo evidenciar. La primera, de orden social, es que sus resultados pueden usarse de una manera negativa dentro del mundo laboral. Por una parte, pueden servir como mo-

tivo *humanitario* para negar un puesto de trabajo. Por otra, pueden utilizarse, si se está ya dentro de la empresa en cuestión, como justificante de promociones, traslados o despidos. Pues bien, dado que hasta ahora, entre quienes padecen este tipo de susceptibilidad, son mayoría los miembros de algunos grupos raciales muy determinados, no puede dudarse que bajo las medidas de *protección de la salud del obrero* (no admisión, despidos,...) podrían verse también actitudes discriminatorias.

La segunda consecuencia (la más importante de cara a la argumentación que vertebra este capítulo) es ésta. Traducido el problema de la contaminación (estrictamente hablando: de alguna suerte de polución, como es la existente en lugares de trabajo) a sensibilidad personal ante ciertas sustancias tóxicas, lo normal es, entonces, que se potencien medidas que tengan que ver con los individuos sensibles y no con el ambiente. Se despide, por ejemplo, a quien puede desarrollar un cáncer. Pero la sustancia tóxica que puede causarlo sigue estando en el lugar de trabajo. De esta suerte ni se disminuyen los riesgos que pueden correr otros trabajadores, ni, desde luego, los que puedan afectar al entorno.

Lo dicho tiene, a su vez, un importantísimo correlato. A saber: en la actividad de rastrear genes pueden ya verse los pasos iniciales de un camino prometedor: *aplicando unas tecnologías al ser humano mismo, podemos optimizar otras*. Cuanto menores sean los costos de las medidas de anticontaminación que una industria tenga que introducir, mayores serán en principio sus beneficios. Hoy pueden alejarse ya de industrias contaminantes individuos que hayan sido detectados como sensibles merced al uso de una tecnología de la ingeniería genética —el rastreado o sondeo de genes—. ¿Podrían mañana propugnarse intervenciones sobre el genoma humano tendentes a generar resistencias?

En segundo lugar, quiero poner rotundamente de manifiesto que no cuestiono *a priori* el uso de la ingeniería genética para diagnosticar enfermedades y tratar de reparar los defectos genéticos que pudieran estar por detrás de ellas. Más tarde me ocuparé con una evaluación de las téc-

nicas de terapia genética. Sólo quiero ahora ocuparme de las *filosofías* que las envuelven. Esas *filosofías* que sí cuestiono.

Del talasémico al hombre-adaptado-al-vuelo

Es habitual introducir en conexión con las terapias genéticas discursos disgenésicos. Es decir: de ordinario se contemplan esas intervenciones terapéuticas como el medio de liberar a algunos individuos de algunas enfermedades. Por ejemplo, diagnosticada una talasemia, podría intervenir el gen alterado causa de esa enfermedad. La reparación podría hacerse en las células somáticas del individuo afectado. El efecto de la operación quedaría así reducido a ese individuo. También podría practicarse ésta sin excluir las células germinales. El efecto de la operación pasaría, entonces, a la prole. De hacer esto último de manera sistemática, podría llegar a erradicarse una enfermedad genética por completo. Con ello —¿qué duda cabe *en principio?*—³⁴ se mejoraría el acervo genético de la especie humana. Pero no porque se hubieran introducido medidas positivas; sino como consecuencia de haber eliminado aspectos negativos.

Lo que suele acontecer en estos casos es que se empieza hablando de disgenesia y se concluye haciéndolo de eugenesia pura y dura. Primero se habla de *enfermedades*; luego, de *defectos*; finalmente, de *virtudes* que podrían potenciarse.

A los eugenistas les parece que el ser humano posee una debilidad notable. Son demasiadas las sustancias que le afectan. No puede ni con el ritmo que le marca la propia civilización tecnológica que él ha creado. Su cerebro es tan sensible que no pasa sin riego sanguíneo tan siquiera unos minutos. Sus huesos son frágiles. No puede regenerar órganos. Tiene demasiados metros de intestino. Hay muchas materias que no puede digerir. Se ahoga fácilmente. No tiene órganos para volar... La lista es casi infinita.

Muchísimos se estima que son, en definitiva, los defectos de la humanidad. Entre ellos destacan las innumera-

bles cosas que le faltan para estar bien adaptada a *todos* los medios. La situación —dicen— es tan alarmante que no es extraño que los partidarios de la eugenesia acaben defendiendo la necesidad de *recrear* para el futuro no una, sino varias humanidades. Merced al rediseño del ser humano, se podrá construir una humanidad *mejor* que siga viviendo sobre la tierra; otra podrá hacerlo en las profundidades marinas;³⁵ otra colonizará los aires...³⁶ Y, en estos contextos, vuelven a proliferar las declaraciones de tecnofanáticos.³⁷

Esas declaraciones, por lo demás, no sólo se limitan a exponer a las claras lo que encubren las muchas ambigüedades y circunloquios patentes en los escritos *serios*. Cumplen otra función. Inscritas en el marco de teorías erigidas sobre tecnologías existentes,³⁸ tratan de *legitimar* la extensión de estas técnicas científicas a cuantos ámbitos interconecten conceptualmente aquellas teorías. Esa extensión puede contribuir grande y rápidamente —se sustenta a veces— a la mejora de entes considerados antes como sujetos a los que no era ni fácticamente posible ni éticamente correcta la aplicación de las tecnologías en cuestión.³⁹ Puede ser que esos *productos mejorados* repugnen a un buen número de tecnólogos e, incluso, de teóricos. Pero, lo bien cierto es que sirven incluso a éstos para justificar a su vez sus propios desarrollos. Me explicaré algo más.

No son pocos los tecnólogos y científicos que tildan de, incluso, desvaríos las propuestas últimas que alguna suerte de teóricos realiza sobre sus desarrollos. A los Weizenbaum⁴⁰ les repugnan los *cyborgs* de los Minsky.⁴¹ A los Chargaff,⁴² los hombres-adaptados-a-vivir-en-el-mar de los Stableford. Pero Minsky y Stableford cumplen una importante función: mediante sus hipótesis, concernientes en último extremo, a modificaciones de la naturaleza humana, reorientan la atención de la gente desde desarrollos más bien prosaicos, pero grandemente problemáticos por sus riesgos ambientales o sociales, hacia metas grandilocuentes y demagógicas. Desde cosas tales como la intervención del genoma de una bacteria para que pueda digerir almidón a otras como la intervención del genoma de un ser humano a fin de erradicar de él el material hereditario

que, causándole una agresividad hipertrofiada, lo está poniendo al borde mismo de la extinción. Ese camino se recorre demasiadas veces y demasiado fácilmente. No sería descabellado suponer, por ello, que no es casual que así se haga. Quizá, en nombre de sus grandes ventajas futuras, se trate de justificar la conveniencia —cuando no, necesidad misma— de llevar a la práctica en el presente medidas de cierta *problematicidad* frente a otras de signo contrario que pueden parecer más fáciles de llevar a la práctica. Al menos, en teoría.⁴³

Un recorrido por lo dicho en estos dos últimos capítulos pienso que puede ilustrar bastante bien la sospecha enunciada. Veámoslo.

Tecnología y contaminación creciente son hoy por hoy una pareja indisoluble. De la contaminación, la que más preocupa al ser humano es la que le afecta directamente. Y entre los contaminantes de esta índole se hallan aquellas sustancias que pueden inducirle a desarrollar cánceres. Entre esas sustancias no son infrecuentes las que se generan en los lugares de trabajo por el empleo de tecnologías muy determinadas. Ante esta situación, una de dos: o modificamos el ambiente de esos lugares de trabajo (lo que significa apañar o, incluso, sustituir la tecnología en cuestión), o modificamos la composición humana de los mismos. Si se decide lo segundo, ya se está en la vía de hacer del ser humano mismo un objeto de aplicación directa de la tecnología. Esa aplicación pasará por dos fases: primera, diagnosis genética; segunda, despido (o similares) de la persona propensa a desarrollar cánceres por esa causa. La sustancia tóxica seguirá estando en el lugar de trabajo, entrañando riesgos para otros obreros y el entorno en general. Quien ya no estará en ese lugar de trabajo será el obrero propenso. En nombre del humanitarismo, la injusticia manifiesta de una situación como ésa puede encubrirse, a su vez, postulando la conveniencia de no poner obstáculos al uso de terapias genéticas somáticas (es decir: que sólo afecten al individuo de que se trate y no a su prole), mediante las cuales se erradiquen los genes que hagan sensibles a ciertas personas a desarrollar algunas clases de cánceres. Nuevamente, en nombre de ese mismo

humanitarismo, puede, en este punto, comenzarse a especular sobre la conveniencia de no obstaculizar las terapias genéticas germinales (las que afectan al individuo y a su prole), pues así, de una vez por todas, intervenida una persona propensa, no sólo ella dejaría de serlo, sino también sus sucesores. Nuevamente, en nombre ahora del progreso y de los difusos límites entre lo normal y lo anormal, suele en ese contexto aducirse que no hay críticas razonables que se puedan hacer al uso de una terapia genética germinal, que no sólo erradique causas de propensiones o enfermedades, sino que mejore la *naturaleza humana* misma.

De hablar de ciertas sustancias contaminantes se pasa finalmente a hacerlo de mejora de la naturaleza humana. Me temo que eso no es casual. Que hablando de naturaleza humana y mejora, uno acaba preocupándose por telarañas metafísicas⁴⁴ y no prestando la atención que debe a los desarrollos prosaicos que han disparado la especulación. En este caso, esos desarrollos se circunscribían a adoptar una decisión: ante la existencia de polucionantes en centros de trabajo que inducen la aparición de cánceres en personas, ¿qué hacer? ¿Modificamos los centros de trabajo o la composición humana de los mismos, admitiendo sólo personas no sensibles? Eso es todo. Pero, para justificar la adopción de medidas genéticas y no de medidas ambientales, se suele acabar hablando de naturaleza humana. Y, precisamente, invocar ese concepto, cuando se está evaluando una tecnología concreta, es echar cortinas de humo sobre lo que propiamente habría de hacerse en este caso: valorar sus probables riesgos, y no marginarlos en nombre de supuestas promesas de un futuro mejor.

Por mi parte, antes de concluir este capítulo, quiero añadir una sola nota más sobre la eugenesia y sobre el papel que desempeñan algunas teorías científicas en ese cinturón de *distractores* del que vengo hablándoles desde el capítulo anterior.

Cuando en la eugenesia se habla de mejorar la naturaleza humana, por ésta se entiende algo muy definido. La naturaleza del ser humano, defendida por los eugenistas, es bióloga hasta extremos de simplonería. En un marco

descaradamente reduccionista, convierten la dotación genética de un ser vivo en el primer actor del filme de su vida, negando cualquier influencia relevante al medio. No es casual entonces que acaben, ya no postulando, sino aseverando que sólo prácticas de intervención sobre el genoma pueden evitar la manifestación (ineluctable en caso contrario) de las enfermedades, propensiones y características indeseables del comportamiento humano señaladas —cosas todas ellas que menoscaban los beneficios y ventajas en general que podrían seguirse de una tecnología no sujeta a su yugo—. Cosas ellas, también, que, atrayendo la atención hacia sí, la desvían de otras alternativas más ambientalistas, a fuerza de preconizar un biologismo según el cual el ser humano es, ante todo, el fruto (se diría hoy) de sus genes. Y lo es no sólo en su fenotipo anatómico o fisiológico, sino sobre todo *comportamental*. Hoy, como en tiempos de Platón⁴⁵ o de Campanella,⁴⁶ se sigue pensando que las buenas virtudes (entre ellas, ser inteligente) son fundamentalmente hereditarias. Ultracongelado de espermatozoides de sabios⁴⁷ para fertilizar mujeres de excepcional belleza y así engendrar superbébés es algo que sigue estando a la orden del día.

Sólo la ignorancia puede permitir sustentar hoy cosas como ésa. Pero, se repiten hasta la saciedad, hasta minusvalorar —cuando no, oscurecer por completo— el papel del ambiente en la conformación de un ser humano (tanto física cuanto psíquicamente hablando). Se repiten hasta, en suma, posibilitar que muchos problemas que hoy asedian al ser humano desde su entorno, en particular la *contaminación*, acaben tratándose de ver como males existentes en su interior.

Pues bien, es tarea de lo que llamo «evaluación filosófica de una tecnología» el análisis de procesos como el descrito: un estudio a través de cual debe irse desenmarañando la telaraña teórica que puede envolver la tecnología en cuestión y que posibilita aserciones tecnofanáticas que alejan la atención de los aspectos técnicos realmente cruciales. En este caso: en lugar de centrarse en cómo resolver el problema de la contaminación, se dirigen los esfuerzos hacia la interioridad del ser humano a fin de dotarlo de una

biología que lo haga más resistente para vivir en un mundo polucionado.

Pues bien, lo repetiré una vez más, si se quiere ver desnudo al emperador, si se desea entender lo que una tecnología verdaderamente depara, sólo hay una vía: arrancar de sobre su cuerpo las vestimentas hechas de *filosofías* que llegan, incluso, a deformarlo grotescamente. Unas *filosofías*, por cierto, sobre las que creo haber arrojado alguna luz en este capítulo: se trata, en suma, de una amalgama de proclamas tecnofanáticas, lanzadas desde la atalaya de la superideología del progreso, y de aserciones de futuro, proferidas a partir de teorías científicas. Una amalgama en que los problemas que surgen en conexión con una tecnología tratan de resolverse abriendo nuevas y más prometedoras perspectivas sobre la base de alguna teoría relacionada de un modo u otro con la técnica en cuestión. De manera que quien quiera no ya solucionar, sino incluso comprender qué está de verdad sucediendo con una tecnología, se irá enredando más y más en telarañas teóricas que lo irán alejando, más y más, de sus verdaderos intereses.

NOTAS

1. Véase capítulo 3, apartado «Utopía y fiasco».

2. La pregunta clave aquí es qué es lo que se entiende por «defecto genético». Está claro que ser homocigoto para el gen mutado causante de una anemia falciforme o una talasemia es tener un defecto genético. Un defecto tan grave que, en este caso, causa la muerte de quien lo posee. Pero, ¿es un defecto genético ser heterocigoto para ese mismo gen? (Sobre estos temas, véase el capítulo siguiente). La respuesta no está clara. Quien es portador de la anemia falciforme (es decir, sólo uno de los dos genes alelos involucrados en el caso presenta la mutación causante de la enfermedad) no sólo supervive, sino que lo hace mejor en determinados ambientes que los seres completamente normales. En concreto, el portador de anemia falciforme está inmunizado ante la malaria (véase más adelante, en este mismo capítulo, el párrafo que lleva por título «Propensiones a enfermedades y dolencias genéticas», así como la nota 34).

Si es difícil decir qué es o no es un defecto genético en casos como el apuntado, ¡cuánto más será decidirlo en el caso de cualidades altamente problemáticas! Como digo en este capítulo, yo he encontrado citados

como defectos del ser humano el no estar adaptado a la vida acuática, carecer de alas, agallas...

3. Por tal entenderemos en lo sucesivo la teoría de la evolución que sustenta que ésta puede verse como un proceso de dos pasos.

En el primero (azaroso), se producen variaciones en el material hereditario (el ADN, de ordinario) como consecuencias de mutaciones y recombinaciones. Las mutaciones son alteraciones o bien génicas o bien cromosómicas. Las primeras acaecen cuando la secuencia de ADN de un gen se modifica. Las segundas afectan a los cromosomas de distintas maneras: en unos casos, cambian el número de cromosomas o el número de genes de los cromosomas; en otros casos, modifican la ordenación de los genes en los cromosomas.

En el segundo paso, entran en acción mecanismos por los que se impone un cierto orden sobre las variaciones producidas en el primero. Entre esos mecanismos juega un papel estelar la selección natural: un tamiz que deja pasar a su través las variaciones favorables, entendiendo por éstas aquellos cambios que en algún grado incrementen la eficacia biológica de sus portadores. Por eficacia biológica puede, a su vez, entenderse algo así como la eficacia reproductiva de un genotipo frente a otros, una eficacia reproductiva que se mide en el número de descendientes fértiles con que un individuo contribuye a las generaciones subsiguientes.

4. Se trata de aquellas teorías cuya característica más definitoria es defender que «el ser vivo —y, por tanto, el ser humano— es así, porque así está biológicamente hecho». No es, pues, biólogo quien asume, como yo mismo, que los seres vivos son el producto de interacciones entre biología y ambiente. Lo es quien enfatiza el papel de la biología hasta convertirla en la protagonista principal (cuando no exclusiva) en el juego de la vida. Dicho de otro modo, una cosa es hablar acerca de la existencia de bases biológicas para el ejercicio de ciertos comportamientos. Otra cosa muy distinta es hablar no de bases, sino de determinantes biológicos de esos mismos comportamientos. Pues los determinantes, en sentido estricto, son causas suficientes y necesarias. Las bases biológicas son necesarias, pero no son suficientes de ordinario. La suficiencia proviene de la conjunción de esas bases con otras concausas: las significadas por factores ambientales.

5. Por genoma se entiende la suma total del material genético de un organismo en su estado haploide (es decir, de un organismo que contiene sólo un juego de cromosomas. Nosotros somos seres diploides: tenemos dos juegos de cromosomas, uno de cada parental). Ese material está constituido por un ácido llamado ADN (abreviatura de ácido desoxirribonucleico). El ADN adopta una configuración espacial semejante a la de una doble hélice enrollada. Su esqueleto interno está constituido por enlaces o puentes de hidrógeno entre cuatro pares de bases: adenina, timina, guanina y citosina. Las uniones entre esas bases son específicas. En concreto sólo se unen adenina con timina (y a la inversa) y guanina con citosina (y a la inversa).

El ADN integra los cromosomas. Algunas porciones de los cromosomas (los genes estructurales) son responsables de la síntesis o producción de las proteínas —componente principal de la materia viva—. Otras por-

ciones (los genes reguladores) inducen o detienen la acción de los genes estructurales. Finalmente, hay otras porciones que constituyen la mayor parte del ADN y de las que no se sabe para qué sirven; lo que sí se sabe, al menos, es que tienen una estructura en la que se repiten secuencias de bases miles e incluso millones de veces. Estas porciones de ADN son las que forman la mayor parte de los cromosomas. Se tiene la sospecha que son algo así como *basura* cromosómica (sobre estos temas les recomiendo de nuevo mi libro *Los nuevos redentores*, Barcelona, Anthropos, ¹1987, ²1989 [Nueva Ciencia, 1] —en especial su punto 2—).

6. Es decir, la constitución genética de una población, entendiendo por ésta un grupo de individuos, ligados por lazos de parentesco y (en el caso de que medie una reproducción sexual) apareamiento. Una especie será, entonces, un conjunto de poblaciones.

7. El argumento se redondea con lo que se tiene por una tesis irrefutable. La mayoría de los seres vivos —y, entre ellos, el ser humano— respiran su peor veneno: el oxígeno. No sólo son, en principio, resistentes, sino que son nada más ni nada menos dependientes de una sustancia tan tóxica para ellos como es el oxígeno.

8. Hace poco, en un congreso sobre nuevas tecnologías organizado por el instituto INVESCT, intervino el director general de Medio Ambiente de mi comunidad autónoma. Arrancó así su breve (por suerte) discurso: «Y ¿qué pasa si el hombre se extingue? Siempre estamos hablando del hombre. Muchas especies se han extinguido. ¿Por qué hemos de ser la excepción?». Al concluir el acto, un conferenciante norteamericano se me acercó y me dijo en voz baja: «Curioso país éste en que a los pirómanos los ponen al frente del cuerpo de bomberos». No pude replicarle. Lamentablemente.

Cuando, ante discursos como los del mentado responsable de la salud medioambiental, se dice que de algo debe servirle al ser humano el haber desarrollado un entramado cultural que lo aleje de los dictados de la naturaleza, no es extraño, pues, que se suela responder con acusaciones de *antropocentrismo*. Quienes preconizan la independencia de la naturaleza a través de su dominio técnico suelen estar entre los que acusan de antropocentrismo a los que decimos que la cultura, que a ellos les mueve a *perfeccionar* una naturaleza tenida por hostil, a nosotros nos lleva a sustentar que, a diferencia (al menos, aparentemente) de las bacterias, podemos evitar problemas ambientales. Y más cuando se trata de asuntos que algunos seres humanos han causado.

Opiniones como las de dicho director general suelen encontrar eco en los órganos de divulgación científica, contribuyendo a apuntalar una cosmovisión que, deseando ampararse, nuevamente, bajo el neodarwinismo, tiende a sacralizar no ya el uso, sino el abuso mismo de que es objeto la naturaleza en nuestro tiempo. Si no fuera por ello, no merecerían consideración de tipo alguno.

9. Pueden ustedes consultar a este respecto la parte 2 de mi libro *Los nuevos redentores*, Barcelona, Anthropos, ¹1987, ²1989 (Nueva Ciencia, 1).

10. Véase nota 5.

11. «Eco» abrevia *Escherichia coli*, que es el nombre de la bacteria en la que opera el enzima. «RI» abrevia «restrictasa primero», nombre que

indica que fue el primer enzima de restricción descubierto que operaba en la bacteria en cuestión.

12. *Escherichia coli* (abreviado, *E. coli*) es una bacteria que habita en el intestino humano. Ha sido el microorganismo más usado en las prácticas de la ingeniería genética.

13. Dadas las posibilidades reproductivas de esa bacteria, al cabo de poco tiempo la porción de ADN insertada habrá sido copiada millones de veces. Al conjunto de esas bacterias se llama «clon»; y «clonación» —en sentido estricto—, a la serie de procedimientos de fabricación de un clon.

14. Francis Galton (1822-1911) intentó cuantificar un buen número de características humanas hereditarias, entre ellas (supuso él) la inteligencia. A su vez, estimó que lo hereditario era relativamente fijo e inmodificable por influencias ambientales. De ahí a considerar que podría mejorarse la especie humana, en lo que se refiere a optimizar las cualidades notables, no mediante prácticas educativas, sino por reproducción selectiva, había un solo paso. Y Galton lo dio. Fundó así la eugenesia como disciplina, sin que ello signifique que fue el primero en concebir ideas eugenéticas. Ni muchísimo menos. Esas ideas son viejísimo. Lo que intentó Galton fue darles *status* científico. El modo principal de hacerlo fue recubrir con números las antiguas concepciones, fundando la llamada «biometría» o *ciencia* de la medición de lo vivo (como siempre, sin número, no hay ciencia que se precie). Pero, repito, las ideas eugenéticas no nacen con Galton. Véase como un buen ejemplo de ello las siguientes palabras de Tomás Campanella (1568-1639) en su *La ciudad del Sol* (Madrid, Zero, 1984): «Y dicen que la pureza de la complexión, de donde florecen las virtudes, no se puede adquirir con arte, y que difícilmente puede prosperar la virtud moral sin disposición natural... Por eso, todo el esfuerzo principal debe estar en la generación, y mirar los méritos naturales y no la dote o la falaz nobleza» (p.138). El biologismo es notable en esta cita, acompañada en dicha obra por toda una planificación de cómo hay que cruzar los humanos entre sí a fin de obtener prole robusta física y mentalmente.

Por cierto Campanella llegó en *La monarquía hispánica* (Madrid, Centro de Estudios Constitucionales, 1982) a proponer la eugenesia como medio de alcanzar la paz mundial misma. (A los españoles nos corresponden casarnos con alemanas; y a los alemanes y belgas, con africanas: «Puesto que esto quiere la ley natural, que el calor español se torne más fecundo con la sequedad germánica, y la vehemencia y calor africano se atempera mejor con el frío y humedad belgas», *op. cit.* p. 92.)

15. H.J. Muller, *Out of the Night*, Nueva York, 1935.

16. El neodarwinismo no sustenta, en modo alguno, la concepción (fácilmente refutable) de que genes y caracteres fenotípicos mantienen entre sí una relación biunívoca (es decir, a cada gen corresponde un solo carácter; y a la inversa), entendiendo por fenotipo el conjunto de rasgos que un ser vivo exhibe. Por el contrario, la concepción neodarwinista en este contexto —la conocida bajo el nombre de «gama de reacción»— lo que establece es que la herencia no es un estado, sino un proceso. Lo que significa, en concreto, que las características genéticas no están preformadas en las células germinales, sino que emergen por la interacción de los

genes con los entornos durante el proceso de desarrollo. Por lo tanto, «genes similares pueden tener efectos diferentes en ambientes diferentes, lo mismo que genes diferentes en ambientes similares» —como dice Th. Dobzhansky en la página 16 de su librito *Diversidad genética e igualdad humana*, Barcelona, Labor, 1979—.

17. Véase mi *Los nuevos redentores*, Barcelona, Anthropos, ¹1987, ²1989 (Nueva Ciencia, 1) (principalmente la tercera parte).

18. El 20 de marzo de 1985, el ministro de justicia francés, Robert Badinter, profirió en Viena una vez más la frase ritual: «Un espectro amenaza el mundo: la eugenesia, ligada a ciertas prácticas totalitarias». Frases hechas, emitidas para quedar a cubierto de los horrores del pasado, cuando la verdad es que hoy los países democráticos —entre ellos, la misma Francia— son los que invierten grandes partidas (cada vez mayores) en prácticas de tipo claramente eugenésico.

19. Como dice Nadine Fresco en su artículo «Biotechnology in Human Genetics: Developments and Problems», presentado en el seminario internacional que, bajo el título Social Dimensions of Biotechnology. Towards an European Policy, se celebró en Dublín en noviembre de 1987 (citado del original mimeografiado, p. 10).

20. Brian Stableford, *El hombre futuro. ¿Un mundo feliz o pesadilla genética?*, 2 vols., Barcelona, Orbis, 1986, vol. 2, p. 9.

21. Más estrictamente dicho, deberíamos hablar de determinación genética.

22. Sobre las concepciones deterministas de la inteligencia, les recomiendo el libro de José A. López y José Luis Luján, *El artefacto de la inteligencia*, Barcelona, Anthropos, 1989 (Nueva Ciencia, 4). Aquí sólo quisiera recordar a ese respecto la existencia de corrientes en sociología que han creído evidenciar las dificultades que el ser humano tiene ya hoy para entender los complicados entresijos de la vida social (véase el citado libro de René Dubos, *Un dios interior*, Barcelona, Salvat, 1986).

23. Etólogos, ya los hubo en el pasado. Por tales se entendían los estudiosos de los animales en libertad. La etología de nuestro tiempo —mejor sería denominarla como hacía uno de sus padres fundadores, Konrad Lorenz, «fisiología de la conducta»— no es sólo eso. En ella se indagan las bases biológicas del comportamiento social de animales no humanos o humanos (les recomendaría la lectura de algunas obras de Lorenz como *Sobre la agresión* (México, Siglo XXI, 1967) o *La decadencia de lo humano* (Barcelona, Plaza y Janés, 1983).

24. Por ejemplo, alimentos o hembras.

25. No hay nada más difícil —dicen— que, estando en plena posesión de las facultades mentales, dar muerte a otro ser humano, valiéndonos del propio cuerpo. Estamos muy mal dotados para hacerlo. Carecemos de dientes puntiagudos o garras. Asfixiar con las manos o golpear con los puños o los pies son los dos recursos que parecen quedar a quienes tal cosa intentaran. Y, en ambos casos, la proximidad del agredido (su rostro desencajado, su posible postración, sus gimoteos...) es un fortísimo obstáculo para que la violencia del agresor llegue hasta un desenlace mortal.

26. Como dice mi buen amigo Camilo José Cela-Conde, son los norteamericanos educados para la paz según programas conductistas los que

dominan ese conjunto de luchadores del Vietnam que coleccionan orejas de comunistas en formol.

27. Recreo en estas palabras el título del capítulo 10 del excelente libro *Un dios interior* de René Dubos (Barcelona, Salvat, 1986).

28. Postulando, en suma, la existencia de genes determinados por detrás de esos rasgos comportamentales, indeseables por hipertrofiados.

29. Otros biólogos, en este caso los llamados «sociobiólogos», han puesto de manifiesto, durante estas dos últimas décadas, el carácter —según ellos, claro está— genéticamente determinado de un buen número de rasgos llamativos de la conducta social animal humana y no-humana. Para rasgos que iban desde la promiscuidad sexual de los machos a la xenofobia, pasando por el recato de las hembras y la homosexualidad, se ha postulado la existencia de genes que los determinaban. Que eran, en suma, sus causas necesarias y suficientes.

También ha habido quien, yendo algo más allá, ha dirigido sus ojos hacia las tecnologías de la ingeniería genética como los instrumentos que podrían, actuando sobre el genoma humano, suministrarnos una humanidad libre incluso de las lacras del machismo. (Sobre estos temas, les recomiendo mi libro *Los nuevos redentores*, Barcelona, Anthropos, 1987, 1989 [Nueva Ciencia, 1].)

30. Sobre ellas hablo ampliamente en mi libro *Los nuevos redentores*, Barcelona, Anthropos, 1987, 1989 (Nueva Ciencia, 1).

31. Por ejemplo, se sabe hoy que quienes trabajan en contacto con la naftalina y presentan una deficiencia genética (llamada «G-6-PD» —de glucosa-6-fosfato deshidrogenasa—) que afecta a los hematíes desarrollan por lo común una anemia. Quiero destacar ya aquí que las personas propensas al desarrollo de esta enfermedad pertenecen a minorías étnicas.

32. Tanto en el caso de las talasemias como en el de la anemia falciforme, se trata de gravísimas enfermedades mortales.

33. A veces me dan ganas de escribir sobre algunos temas como el del racismo científico. Pero creo que ya consigo bastantes enemigos haciéndolo sobre temas genéricamente menos comprometidos como el de los tópicos en torno a la ciencia y la tecnología. Digo lo anterior porque hay términos, como el mismo de «mongolismo» o «idiotéz mongólica», que remontan su uso a teorías científicas en las que más de uno vería simplemente el intento de justificar preconcepciones racistas de baja estofa.

En concreto hay una enfermedad que se produce por el hecho de nacer con un cromosoma 21 de más: de ahí su nombre «trisomía 21». También se le conoce como «síndrome de Down», haciendo honor a su famoso descriptor John L. Down. Aunque éste le puso otro nombre: mongolismo. Y no sólo por la ocasionales similitudes existentes entre los niños afectados por esta trisomía y los mongoles. Down aceptaba, en primer lugar, la *teoría de la recapitulación*, según la cual los rasgos normales de la vida de un feto corresponden a fases adultas en la evolución de la humanidad. Eso significaba, en concreto, que hasta llegar a ser niño caucásiano el feto pasaba por distintas etapas: de pez a humano y, dentro de la especie humana, desde variedades negras a variedades mongolas, pasando por malayos e indios. Down suponía, en segundo lugar, que los deficientes mentales entre los caucásianos eran simplemente el resultado de detener-

se la evolución del feto en alguna de esas etapas humanas, pre-caucásianas. Así, si un feto paraba su desarrollo en la fase inmediatamente anterior a la caucásiana, suponía un salto evolutivo hacia atrás, un atavismo: una vuelta hacia formas, en suma, de la gran familia mongola. Así no es que el niño mongólico fuera, al decir de Down, un idiota por tener alguna anomalía orgánica. Lo era por ser meramente un mongol. (Sobre estos temas les recomiendo el artículo de Stephen Jay Gould, «El síndrome del Dr. Down», en su libro *El pulgar del panda*, Madrid, Hermann Blume, 1983.)

34. Sobre esto volveremos en el capítulo siguiente. Ahora permítase-me tan sólo poner de manifiesto que no todas las enfermedades de origen genético se producen por alteraciones en un solo gen. Cuando hay más de un gen involucrado, la posible intervención genética adquiere una complicación extraordinaria. Pero, incluso en el caso de las enfermedades monogénicas —i.e., causadas por alteraciones en un único gen—, la cosa no es tan simple. Eliminar por completo ese gen del acervo genético de la especie humana no se identifica de inmediato con una mejora genética. Los genes alterados causan esas enfermedades en individuos homocigóticos, es decir: cuando los genes alelos involucrados presentan todos (normalmente hay dos) el defecto que motiva la enfermedad. Los heterocigotos o *portadores* —i.e., los que sólo tienen alterado uno de los genes alelos involucrados— no sólo no presentan la enfermedad en cuestión, sino que habitualmente están mejor adaptados a determinados ambientes que los individuos de constitución genética normal. Por ejemplo, los portadores de anemia falciforme (no los enfermos) están mejor adaptados que los individuos normales a ciertos medios en que es endémica la malaria. La selección natural ha optimizado en este caso genotipos portadores.

35. Al hombre-adaptado-para-vivir-bajo-el-agua se dice que se le modificará el genoma de manera que pueda desarrollar ligeras estructuras branquiales en el cuello para extraer directamente el oxígeno del agua, una piel engrosada y provista de escamas, un sistema de sonar que le posibilite orientarse en el lodoso entorno submarino y una columna vertebral flexible que le permita un movimiento sinuoso (véase Brian Stableford, *El hombre futuro*, 2 vols., Barcelona, Orbis, 1986, vol. 2, p. 248).

36. «El hombre volador, transformado por la ingeniería genética, deberá pesar poco más que un bebé de un año, y todas o parte de sus manos deberán ser sacrificadas en beneficio de las alas. Incluso así será mejor en el planeo que en el vuelo activo aleteante, y muy torpe en el suelo» (*ibid.*, vol. 2, p. 272).

37. Por ejemplo, algunos, como el autor que vengo citando, Brian Stableford, llegan a plantearse, en este contexto, problemas rayanos en lo ridículo. Por ejemplo, dice: «Es difícil suponer qué tipo de actitud tendrá la gente del mar hacia la gente de tierra: no hay situaciones análogas a las que podamos volvernos en busca de inspiración. Es posible que no se sientan enteramente agradecidos por haber sido creados, y pueden mostrarse resentidos por no haber sido hechos a imagen de sus creadores. Quizá no estén dispuestos a ocupar el lugar preparado para ellos y deseen efectuar sus propias elecciones acerca de cómo y dónde vivir. Alguna gente del mar puede no desear vivir de una forma que los integra —aunque

sea periféricamente— a la civilización tecnológica de sus primos de tierra firme. Y siempre queda la posibilidad de un conflicto entre las distintas razas» (*ibid.*, vol. 2, pp. 257-258).

Pero, en general, parece que los conflictos (incluso los armados) se superarán. La tecnología genética podrá contribuir nuevamente a ello. Pues, se podrá diseñar seres humanos(?) adaptados a la guerra, capaces los unos de secretar toxinas y los otros de ser resistentes a ellas, y todos de poder vivir en ambientes hostiles por obra y gracia del uso de instrumentos nucleares o parecidos. Lo que más me sorprende del diseño del guerrero futuro (*ibid.*, vol. 2, p. 268) es que se le quiera privar incluso de pasar un buen rato, al considerar que probablemente lo mejor sería no dotarlo de aparato genital.

Entre los eugenistas hay quien dice que los argumentos que defienden la ingeniería genética para mejorar la especie humana (y no sólo erradicar genes anormales) no se ven favorecidos en nada por tesis como las aquí citadas, muy similares a las puestas comúnmente en boca de los científicos locos de las películas de terror. Pero, lo evidente es que no faltan declaraciones de esa índole.

38. Son, pues, declaraciones que se hacen al amparo de lo que vengo llamando desde el capítulo 2 «teorías de segundo nivel». Se trata —recordémoslo— de teorías que, basándose en alguna tecnología, tratan, primero, de unificar conceptualmente ámbitos muy diferentes de la realidad. Luego, esa misma unificación será aducida como justificación para extender a todos los ámbitos interconectados la tecnología de partida. Con un ejemplo ya tratado: la teoría cognitivista, al sustentar una concepción en que ordenadores y cerebros (al menos, humanos) pertenecen a la misma clase de entidades —sistemas de procesamiento de información—, *justificaba* epistemológicamente la transferencia de la tecnología informática al ámbito humano.

39. Por una parte, como he dicho una vez más en la nota anterior, la teoría cognitivista (basada en la informática) trata de identificar seres humanos y ordenadores como especies de un mismo género —los llamados «informávoros»—. Esa adscripción a un mismo género se efectúa no sólo a partir de la existencia de una inteligencia similar en unos y otros. Se llega a aseverar que cada día la ciencia pone algo más de manifiesto la existencia de una notable identidad estructural entre ordenadores y cerebros humanos. Nada —desde un punto de vista tecnocientífico— parece impedir entonces que se extienda la tecnología de los ordenadores desde su ámbito inicial de aplicación al dominio de lo humano. De este modo se podrá mejorar enormemente —se piensa— su anquilosada capacidad intelectual. Si, además, se identifica el ser humano como un todo con un producto que resulta de traducir biológicamente la *información* codificada en el ADN —un producto que algunos llegan a tildar de lerdito robot dirigido por los genes mismos que moran en su interior—, ¿qué puede constituir un obstáculo al empleo generalizado en el dominio humano de cuantas tecnologías informáticas y genéticas se estimen pertinentes (incluso, necesarias) para mejorarlo? Las razones éticas —se añade— pueden ser meros escrúpulos dictados por la ignorancia de lo que la ciencia misma dilucida. Habitualmente la cosa ha sido así. De ahí que, como dice Chris-

ten (en su libro *El hombre biocultural*, Madrid, Cátedra, 1989), el tecnocientífico deba ser a modo de un francotirador que lleve tan lejos sus desarrollos que nadie pueda hacerlos retroceder. Si se hace caso a este autor, es obvio que pocos son los límites que la imaginación misma puede poner a lo que la tecnociencia informática-genética podría hacer con el ser humano. No sólo sería posible construir organismos mixtos de ser humano y ordenador (esos *cyborgs* o zomboides de los que hablé antes). Sería posible también que esos organismos se reprodujesen, generando por sí mismos linajes de individuos que no estarían más próximos de los seres humanos de hoy de lo que éstos se encuentran ahora de los babuinos.

40. Véase su *La frontera entre el ordenador y la mente*, Madrid, Pirámide, 1978.

41. Véase su *Robótica*, Barcelona, Planeta, 1986.

42. De él les recomendaría su *Das Feuer des Heraklits*, Stuttgart, Ernst Klett Vg., 1981.

43. Por ejemplo, en el caso que nos ocupa, una medida problemática en el caso de la diagnosis laboral de propensiones puede ser despedir al proclive. La realidad del despido puede encubrirse mediante todo un conjunto de declaraciones en que se enfatice la necesidad de construir genéticamente un mejor obrero y cómo es ello posible ya hoy —o lo será en poco tiempo—. Una medida de signo contrario, más simple teóricamente, sería construir lugares de trabajo más limpios.

44. En expresión muy querida de mi buen amigo Manuel Medina.

45. En el diálogo *La República*, Platón sostiene la conveniencia de hacer creer al común de la gente un cuento acerca de su constitución, a fin de garantizar una sociedad estable. Según ese cuento, unos seres humanos tienen en su composición oro; otros, plata; otros, finalmente, bronce y hierro. Por su composición están determinados para la realización de unas tareas y no de otras. Los que tienen en su composición bronce o hierro han de ser artesanos o labradores. Por eso, la destrucción del Estado acaecerá cuando su custodia esté en manos de un hombre de esa especie.

Por cierto que Platón se plantea por boca de Sócrates si este cuento será creído por el común de la gente, a lo que Glaucón responde que, con la debida propaganda y tiempo por delante, no dejarán de asumirlo.

46. Véase nota 14.

47. Volviendo de nuevo a H.J. Muller, citado en la nota 15, no cabe duda de que su ejemplo sigue secundándose en esta década. Su trabajo experimental —muy conocido— se basaba en la inducción y manipulación de mutaciones en la mosca *Drosophila*.

Sus experimentos con moscas le llevaron a una concepción general del mundo biológico, en el que el cambio genético sólo puede ser variación para empeorar. En el caso de la mayoría de los vivientes, la selección natural previene la degeneración, preservando el tipo original. Pero el ser humano ha escapado a esa selección, con lo que su evolución ha devenido una acumulación creciente de mutaciones deletéreas. Por ello, Muller acaba proponiendo la necesidad de preservar el esperma de los grandes hombres, a fin de usarlo en una labor de inseminación artificial sistemática-

mente realizada, de modo que pueda llegar a prevenirse la degradación total de la humanidad.

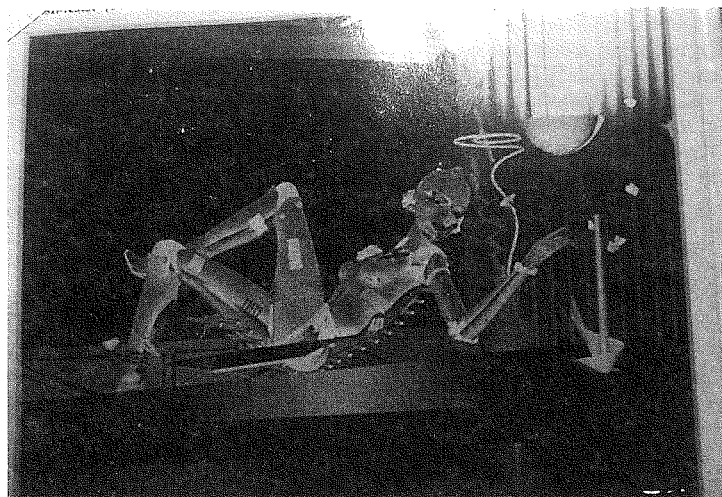
De nuevo aquí el más simplón de los biologismos está presente. Se asume, sin más, que las cualidades notables en los grandes hombres (cuando se habla de óvulos preservados, sólo suelen citarse los de *bellas* mujeres como Elizabeth Taylor y B. Bardot) tales como facilidad para la composición musical y, en general, el pensamiento abstracto, están *determinadas* por la base genética. El medioambiente, si juega algún papel, es el de mero comparsa.

TECNOLOGÍA Y FUTURO

La historia se repite. Como decía en el anterior capítulo, ya no se ve únicamente en la biología del ser humano la causa de múltiples imperfecciones orgánicas (propensiones y enfermedades de origen genético —pero no sólo eso—) que lo tornan incapaz de sacar a la tecnología todo el provecho que podría en caso contrario. Es que también, por su propio comportamiento —añaden— *biológicamente determinado*, se imposibilita eso mismo.

De nuevo, sobre biologismos

La verdad es que los determinismos biológicos emergen cada poco, haciendo depender de la biología innata la existencia de las notas más llamativas de la conducta humana. Si en el XIX se vinculó al nivel mental la existencia de disonancias entre tecnología y sociedad, en nuestro tiempo las cosas no parecen haber cambiado demasiado. Lo ha hecho, en principio, el discurso científico que ahora presta apoyo a quienes responsabilizan al comportamiento mismo del ser humano por no sacarse el provecho (potencial) de los desarrollos tecnológicos que se debiera. Ese discurso es hoy el de la genética (a su pesar en muchísimos casos).¹ Pero lo demás no parece haber variado en demasía.



Se sigue reiterando que las innovaciones tecnológicas nos deben llevar hacia mundos cada vez mejores. Se continúa, en definitiva, haciendo profesión de fe en la idea del progreso —fruto en último extremo de nuestra real y cada vez mayor independencia de la naturaleza—. Esa emancipación debe ir traducándose —se dice— en menos necesidades, más tiempo libre, mayores posibilidades de comunicación, más lugar para la formación en nuestras vidas, mayor capacidad de decisión, cuotas mayores de participación en la gestión pública... En suma, ha de generar órdenes sociales que, en principio, deben ser más libres, más fraternos, más igualitarios.

Pero lo bien cierto —se subraya— es que hasta contra esas notas, contra esa igualdad, fraternidad y libertad, se halla nuestra propia biología, determinante de una *naturaleza* muy especial. Una naturaleza tal que, frente al igualitarismo, muestra una real diversidad genética. Frente a la libertad, una constitución genética por la que estamos compelidos a ser lo que somos, no sólo desde un punto de vista anatómico o fisiológico, sino también —y esto es lo importante— comportamental. Frente, finalmente, a la fraternidad, se levanta nuestro egoísmo genético.²

La historia de la humanidad podría escribirse, en definitiva (según quienes piensan lo que arriba queda reflejado), como una lucha continua por alcanzar un mundo mejor mediante el progreso técnico. Un avance este que se traduce en una independencia cada vez mayor de la naturaleza que nos hizo, en un principio, menesterosos y necesitados. Independencia, a su vez, que se iguala a dominio de la naturaleza. Ante esa empresa, sin embargo, se alzan fuertes escollos. Uno es la propia naturaleza que trata de dominarse; el otro son las debilidades orgánicas y los atavismos comportamentales del ser humano mismo, que lo hacen inadecuado para adaptarse a lo que las nuevas condiciones técnicas de él demandan. No es de extrañar, entonces, que también hoy, como cada equis tiempo, se alcen voces pidiendo que se libere al ser humano de cuanto le hace incapaz a los efectos señalados. Esa liberación se presume, nuevamente, que va a ser fruto de la tecnología, en este caso, de la ingeniería genética.³ Si por nuestros genes —se dice— estamos abocados a enfermedades y comportamientos contrarios a los adecuados para nuevos y mejores órdenes sociales, ¿tendremos, o no, justificación para usar tecnologías de intervención sobre el genoma humano, que alejen de él cuanto nos hace inapropiados a los efectos apuntados?

Lo bien cierto es que ni los eugenistas, ni, en general, los deterministas biológicos de nuevo cuño que nos han inundado con su producción hasta mediados de esta década y que se apresuran a responder afirmativamente la cuestión acabada de formular, hacen otra cosa que especular. En un descarado marco reduccionista y simplón, en el que niegan cualquier influencia relevante al ambiente y hacen desempeñar a la biología el papel de primer actor en el filme de la vida, acaban, ya no postulando, sino aseverando que sólo prácticas de intervención sobre esa misma biología pueden evitar la manifestación (ineluctable en caso contrario) de las notas del comportamiento humano señaladas. Esos rasgos se consideran los responsables principales de las disonancias entre tecnología y sociedad. Unos rasgos que, en cuanto responden a una base biológica innata, no se pueden eliminar con prácticas sociales.

Eso dicen. Luego, siguiendo esta vía discursiva, no es de extrañar que se concluya la necesidad (no ya la conveniencia) de usar las tecnologías de que se disponga para salvaguardar, primero, y mejorar, más tarde, nuestro actual sistema sociotécnico.⁴

Lo ideal, en suma, sería —según los partidarios de estas cosas— que el ser humano no se moldeara técnicamente a través de su adaptación a una naturaleza técnicamente reformada. Es ése un proceso lento, plagado de contradicciones entre lo que al ser humano le dicta su naturaleza y lo que le posibilita el conjunto de técnicas que él mismo ha desarrollado.⁵ La manera de acelerar ese proceso y evitar obstáculos parece ser —según algunos, no pocos— hacer de la naturaleza humana misma un objeto de intervención técnica directa. Eliminar, en una palabra, los caprichos de la bioevolución en el caso humano, haciendo —ahora sí— que el ser humano sea un *fruto directo*, no indirecto, de moldeación técnica.

El Proyecto Genoma Humano⁶

Se espera, además, que habrá un verdadero salto cualitativo en este contexto cuando el llamado «Proyecto Genoma Humano» sea una realidad. Me explicaré algo más.

Desde hace unos pocos años hacia aquí se ha desatado la fiebre por construir el *mapa genético humano*, por cartografiar el genoma humano. Para ello es preciso secuenciar base por base el ADN humano, tarea que, en principio, parece ímproba: se estima que lo componen unos tres mil millones de bases, cuyo orden hay que descubrir.⁷

De esta secuenciación se aguardan, en primer lugar, grandes beneficios en el campo de la genética:

a) Se podrán detectar, por una parte, desórdenes genéticos ligados a propensiones o enfermedades hereditarias. Ello posibilitará la confección de las sondas genéticas adecuadas para identificar dichas alteraciones en las fases más tempranas de la vida.

b) Por otra parte y dado que hoy se cree que las se-

cuencias de bases del ADN de los seres humanos coinciden en un 99,9 %, eso significa que se podrían identificar los sólo *tres* millones de bases que parecen ser responsables de las diferencias entre las personas. Entre las secuencias distintas es altamente probable que puedan identificarse entonces, con relativa facilidad, algunas causantes de las propensiones al desarrollo de cánceres que afectan a ciertos grupos o minorías étnicas.

c) Finalmente, esa secuenciación se espera que permita arrojar nueva luz sobre los procesos de mutación genética y los mecanismos de la herencia, en general. Esa creencia descansa, en buena medida, en la existencia de ejemplos similares en la historia de la biotécnica. Así, se piensa, al igual que el conocimiento de la anatomía ilumina procesos fisiológicos subyacentes, saber más de la estructura molecular del genoma humano permitirá comprender mejor los mecanismos de la herencia.⁸

Se aguardan, en segundo lugar, grandes avances —esta vez, teóricos— en el campo de las hipótesis evolucionistas. Secuenciados genomas de especies distintas —pero, emparentadas—, se podrá llevar a cabo una prolija comparación entre los mismos. De este modo será posible rastrear e identificar con todo detalle las mutaciones que hayan sido acumuladas por esas especies en su proceso de divergencia a partir de un ancestro común. Lo que, a su vez, constituirá un buen sistema —un buen *reloj* biológico— para medir el paso del tiempo.

Hay científicos, sin embargo, que consideran excesiva la importancia comúnmente dispensada hoy al Proyecto Genoma —importancia que lleva a hacer de la secuenciación del ADN humano el Santo Grial de la tecnociencia contemporánea—. Los *disidentes* consideran que secuenciar todo el ADN humano es poco más que perder tiempo y dinero. Pues, sólo en torno al diez por ciento de ese ADN forma en sentido estricto genes. El resto son secuencias de bases que se repiten miles e incluso millones de veces y que, muy posiblemente, no tienen nada que ver con la síntesis de proteínas. Son, en suma, *basura*. Entonces: ¿para qué secuenciarla? La cosa parece tener poco sentido. A

menos que lo que se persiga —añaden— con la secuenciación de todo ese ADN sea algo muy diferente de lo que se pregona, como por ejemplo: *patentar* el genoma humano secuenciado. Una patente así no sería nada extraño. Hoy ya se hacen cosas parecidas. Y lo que es evidente es que generaría grandes beneficios en la forma de cánones que habrían de pagar quienes desearan en el futuro trabajar con fines de lucro, o no, sobre el genoma humano secuenciado. Se enfatiza finalmente que esa posibilidad es la que en buena medida explica el surgimiento de la *fiebre* por la secuenciación.⁹

Pues bien, aún suponiendo que estuvieran equivocados quienes efectúan estas últimas críticas, la evaluación filosófica (de las tecnologías) del Proyecto Genoma nos puede permitir deshacer ciertos entuertos. Y, en particular, disipar una telaraña teorista. Aquella en que se ven prendidos quienes pasan de defender la necesidad de ese proyecto a enfatizar que su realización nos permitirá (re)crear de manera más adecuada la propia especie humana.

En ese punto a mí me gustaría atender un *Principio Genético* (un postulado, en suma de la ética que debería presidir los desarrollos ingenieriles en la genética), que tomo en préstamo de David Suzuki;¹⁰ a saber:

La acumulación de conocimiento genético por sí solo —no importa cuán valioso pueda ser en sí— no garantiza que se posea una sabiduría mayor al adoptar decisiones que afecten a la herencia humana; si ese conocimiento genera un sentido falso de dominio humano sobre los genes, puede conducir incluso a la locura.

Este es un claro principio ético. Y enfatizo lo de claro. Se refiere única y exclusivamente al Proyecto Genoma Humano. Contrasta, en suma, con lo que quizá sea el rasgo más llamativo que presentan los informes usuales sobre aspectos éticos de la ingeniería genética: su carácter embrollado. Quienes esto hacen suelen aludir a curiosos revoltijos de bacterias, virus, sapos, cabras, humanos, etc. Todo en el mismo plano. A su vez, en un mismo compartimento se mete todo tipo de prácticas genéticas: en alocado

batiburrillo comparten espacio biotécnicas (que no biotecnologías) como la producción de gas por fermentación de basura, la fusión de dos células germinales de especies distintas (para producir, por ejemplo, ovicabras), el ultracongelado de células germinales (cosas todas estas que nada tienen que ver con ingeniería genética),¹¹ la recombinación del ADN de un sapo y una bacteria, el rastreo de genes que inclinan a desarrollar enfermedades cardiovasculares, la terapia somática de la anemia falciforme, la terapia germinal de la enfermedad de Tay-Sachs... Aquí sí parece una realidad el dicho «Todo vale».

Lo peor, sin embargo, viene luego. Exactamente cuando a la hora de hacer valoraciones o evaluaciones de la ingeniería genética aplicada al ámbito humano, con la promesa de no excluir cuestiones de índole social y, particularmente, ética, se profieren aserciones generales en torno al progreso y al perfeccionamiento de la *naturaleza humana* y se esquivan las prometidas disquisiciones. Las vías que se siguen son muchas. Unos confunden la ética de la ingeniería genética con la ética de los ingenieros genéticos. Otros, en nombre del imperativo tecnológico y del concepto cuasiteológico de progreso no dudan en identificar problemas éticos en torno a la ingeniería genética con simples sueños nostálgicos de un pasado bucólico que nunca ha existido o escrúpulos nacidos de la ignorancia o la superstición. Pues, aunque no se conozcan muy bien las consecuencias que dicha tecnología pueda tener, seguro que contribuirá a dar un paso más (quizá el definitivo) hacia un mundo mejor. Como asevera, sin tapujos, *Stableford*:

Aunque no nos guste en absoluto la idea, debemos seguir estando dispuestos a aceptar que, cuando exista la tecnología necesaria para transformar los óvulos humanos de tal forma que produzca nuevos tipos de seres humanos, lo más probable es que sea utilizada. Mientras existan finalidades que puedan ser servidas por esa tecnología, será puesta en práctica; y no resulta demasiado difícil imaginar motivos que puedan tener los hombres del futuro que les impulsen a jugar a ser Dios. Sin duda, los primeros individuos que decidan hacerlo deberán enfrentarse a una abierta y poderosa oposición, pero es difícil creer que a largo

plazo dicha oposición prevalezca. Si existe alguna humanidad dentro de un millar de años, habrá muchas humanidades. No hay base para dudar de ello.¹²

O lo que es lo mismo, una vez más «hagámoslo, si fácticamente podemos». En este caso, frente al «hay que hacer lo que *debe* hacerse» se nos dice nuevamente que «hay que hacer lo que *puede* hacerse». Una vez se conozca el genoma humano en toda su extensión y se disponga de las tecnologías de intervención genética adecuadas, nada (después de luego, la ética no) impedirá la generación de nuevas clases de seres humanos. Incluso como el citado autor enfatiza: habrá hombres creados para la guerra; otros, para vivir en el mar; otros, para vivir en los aires... Y a ellos —y sólo a ellos— compete responder la pregunta acerca de la ética de su creación.

Pues bien, evaluar filosóficamente una tecnología puede servir, sin embargo, para evidenciar esas marañas de declaraciones tecnofanáticas que creen encontrar apoyo (y de hecho, lo hallan) en teorías científicas al uso.

Como he expuesto en páginas precedentes, desde la modernidad entre esas teorías figurarán, por lo común, la superideología del progreso, alguna teoría de segundo nivel y la superteoría en que ésta a su vez se encaje. En resumidas cuentas:

1. La primera creará el marco más general. Fijará la meta de creación de un mundo cada vez mejor como finalidad a cuya satisfacción apunta la tecnología en cuestión.¹³

2. La teoría de segundo nivel ampliará, por su parte, el ámbito de aplicabilidad de dicha tecnología hasta extremos insospechados: a tantas cuantas áreas pueda esa teoría interconectar o unificar conceptualmente.¹⁴

3. La superteoría en que la teoría de segundo nivel se encaje evidenciará, finalmente, cómo esa extensión del dominio de aplicación de una tecnología constituye un paso importante para el cumplimiento de las metas superiores de avance humano que la superideología del progreso permite concebir en ese contexto.¹⁵

Tratar de entender los entresijos de estas conexiones teóricas entre sí y con las declaraciones tecnofanáticas al uso puede permitirnos evidenciar lo injustificado de estas últimas tomando como base teorías alternativas y contraponerles algunos principios dictados por el menos común de los sentidos: el sentido común. Por ejemplo, frente a la citada declaración de Stableford podemos contraponer el Principio Genético de Suzuki.

Pero, no sólo nos podemos quedar en eso. Debemos bajar desde las alturas de la *globalidad* en que se desenvuelven estos análisis. Debemos distinguir entre bacterias, sapos, seres humanos... técnicas de diagnóstico genético (incluso entre técnicas de diagnóstico prenatales y las aplicadas al mundo laboral), terapias genéticas somáticas... Pues, obviamente, no son lo mismo ni en sí ni en sus impactos medioambientales y sociales. Aunque, repito, esas diferencias pierdan sus contornos cuando se trata de contrarrestar los posibles efectos de alguna reflexión crítica acerca de la ingeniería genética.¹⁶ Aunque, en este caso, no sólo se aducirán variados beneficios en los más diversos ámbitos para neutralizar los potenciales perjuicios, sino que el crítico puede pasar de juez a acusado con notable facilidad.

Crítica y reacción

A este último respecto, no se olvide lo que ya he tratado por extenso en este ensayo, a saber: tradicionalmente, cada innovación tecnológica ha ido precedida, primero, y acompañada, después, por un coro de voces que ha cantado sus excelencias. A ese coro pertenecen curiosamente no tanto tecnólogos propiamente dichos (que también los hay), cuanto filósofos, literatos y científicos (en particular, los científicos sociales). La canción entonada ha tenido, casi siempre, muy poco que ver con las ventajas materiales que realmente podía o debía haber suministrado la innovación en cuestión. El estribillo se ha referido por lo común a la posibilidad, una vez más, de llegar *por fin* a un Paraíso Tecnológico, una y otra vez prometido y siempre pospuesto.

Esas voces cumplen otra función. Contribuyen a crear un estado de opinión. Con sus exageraciones utópicas ayudan a que se extiendan entre el común de la gente preconcepciones acerca de las notables y revolucionarias consecuencias que la tecnología en cuestión va a deparar en el futuro (aunque en el presente casi siempre las bondades manifiestas sean escasas).¹⁷

Ese estado de opinión tiene muchísima más importancia de lo que a primera vista puede creerse. Es posible que contribuya, entre otras cosas, al rechazo social como reaccionario de cualquier intento serio de cuestionamiento crítico *global* de una tecnología.¹⁸ Además —y finalmente— la extensión de esas preconcepciones constituye un factor perturbador de los intentos de exponer de manera realista pros y contras de aspectos *particulares* de esas mismas tecnologías. Pues, a la hora de valorar un determinado uso tecnológico no es extraño entonces (todo lo contrario) que se mezclen factores *teóricos* que todo lo enmarañan.

Tecnología y ética

Dicho esto quisiera ahora señalar tan sólo dos cosas. La primera, que valorar globalmente *una* tecnología —incluso *la* tecnología— debe ser una empresa a la que el pensamiento no debe renunciar, bajo las presiones de ese estado de opinión aludido, según el cual enjuiciar la tecnología y ser un reaccionario vienen a ser una y la misma cosa. Segunda, que, aceptada la misma cosmovisión característica de la civilización tecnológica, hay que saber valorar los usos concretos sin dejarse arrastrar por los cantos de sirena significados por esas proclamas globales, lanzadas desde el entramado teórico que pueda acompañar la tecnología de que se trate.

a) Globalidad¹⁹

Realmente me parece no conveniente, sino irrenunciable, llevar a cabo en nuestro tiempo una reflexión que per-

mita valorar el carácter y sentido generales de nuestras actuales tecnologías. Sobre todo, por el notable cambio que han introducido las tecnologías de síntesis en el contexto de nuestras relaciones con la naturaleza.

Particularmente, la situación actual por la que atraviesa nuestro mundo me recuerda un globo lleno de agua y con múltiples pequeños agujeros.²⁰ Tapamos con nuestros dedos tecnológicos unos, para que otros adquieran aún mayores dimensiones. A la vez, hay quien parece pensar: «hagamos tecnológicamente el globo de nuevo, sinteticémoslo y aprovechemos la ocasión para hacerlo más perfecto; así no habrá agujeros». Con todo esto mucho me temo que acabará saliéndose por completo el agua.

De ese «rehacer» no escapa el ser humano mismo, como he puesto de manifiesto a lo largo de páginas anteriores. Todo lo contrario. La gran promesa de los eugenistas de hoy día es *sintetizar* el nuevo hombre. Rehacerlo de manera que se le libre de las fragilidades orgánicas que le imposibilitan beneficiarse —como podría, en caso contrario— de los frutos de la tecnología; aprovechar la oportunidad para no sólo alejar de él sus defectos, sino incrementar sus virtudes. Hoy —dicen— se puede ya. La ingeniería genética ha comenzado a suministrar las herramientas para sintetizar el nuevo hombre.²¹

Pues bien, antes he aseverado que es muy importante que la filosofía —la reflexión, sin más— se ocupe de la valoración global de las tecnologías. Es esta valoración global lo que vengo denominando «evaluación filosófica». Ahora creo que se me entenderá mejor. Es importante evaluar filosóficamente —repito— porque es en el objeto de su análisis (en el *cinturón de distractores* que envuelve una técnica) donde campan por sus fueros conceptos y teorías que conviene conocer en su justa medida.

Entre esos distractores figuran, nada más ni nada menos, que los mismos conceptos que juegan un papel clave en la conformación de cosmovisiones. Ocuparse, entonces, de valoraciones globales (de evaluar filosóficamente en suma) conlleva analizar esos conceptos y, por lo tanto, examinar las cosmovisiones que arquitraban. Ello puede, a la vez, permitir realizar comparaciones con cosmovisiones

alternativas. Veámoslo nuevamente en el caso de la eugenesia.

Ésta se erige sobre una concepción de la naturaleza humana muy específica. Aquélla según la cual el ser humano (el ser vivo en general) está fenotípicamente *determinado* por sus genes, es decir: cuantos rasgos —anatómicos, fisiológicos y comportamentales— exhiba un ser vivo tendrán como causa *necesaria* y prácticamente *suficiente* genes. He dicho «prácticamente» porque, en esa concepción, se acepta que también el ambiente juega un cierto papel en la aparición de los mentados caracteres. Pero ese papel es bastante más que secundario.

Analizar el concepto de naturaleza humana (o viva, en general) que subyace a las proclamas globales de la eugenesia puede permitir, entonces, desvelar las claves de una cosmovisión *biologista* simplona hasta extremos inauditos. Una cosmovisión contra la que habla la misma genética. Una cosmovisión tan simplona que podemos preguntarnos si no trata de encubrir con sus elucubraciones asuntos más vulgares.

Lo que sí resulta por completo evidente es que, con esa exageración del papel de los genes en la configuración de lo vivo, se minimiza (hasta casi el extremo de la inexistencia) la contribución del ambiente. Ello permite justificar, de manera más fácil, que se tienda a adoptar medidas que *arreglen* los genes, cuando haya conflictos en que estén involucrados éstos y el entorno. El medio ambiente acaba por no desempeñar ningún gran papel en el juego de la vida. De manera que —viene a concluirse— fijemos nuestra atención preferentemente (léase: casi únicamente) en los genes. Y eso es lo que ocurre en casos de los que ya me he ocupado antes, como son las famosas susceptibilidades del ser humano para desarrollar cánceres ante ciertas sustancias tóxicas, o enfermedades cardiovasculares por el ritmo trepidante y la alimentación insana de la civilización tecnológica. En lugar de preocuparse de eliminar, por ejemplo, las sustancias tóxicas (de los lugares de trabajo, en concreto), los esfuerzos se dirigen casi por entero a diagnosticar genéticamente quién es propenso a desarrollar cánceres ante su presencia.

En resumen, las exageraciones sobre las que se basan ciertas cosmovisiones —como la biologista— bien pueden no ser ingenuas. Personalmente, creo que no lo son en modo alguno. Todo lo contrario. Son mecanismos bastante efectivos para justificar *usos ordinarios* de las técnicas involucradas, atrayendo la atención de sus potenciales críticos hacia los grandes logros de esa técnica en un futuro más o menos próximo.

Por todo ello es importante tratar de hacer evaluaciones filosóficas. Permiten desenredar la urdimbre de especulaciones que pueden hallarse a la base misma de una intervención tecnológica —científicamente recomendada—.

Obviamente que, procediendo del modo que recomiendo, sólo se puede llegar a mostrar el carácter mítico o espurio de ciertas concepciones, preconizadas como sumamente científicas. Sólo se puede evidenciar la existencia de conceptos globales, alternativos del analizado, y, por tanto, de cosmovisiones distintas. Nada más. Pero tampoco nada menos. Pues de una tarea como ésta se puede seguir el desvelamiento de auténticos desvaríos, que se esconden, a veces, bajo el ropaje de aserciones objetivas y neutrales emitidas en nombre de teorías científicas bien establecidas.²²

Para concluir este apartado, sólo diré que, en esas valoraciones, no tenemos por qué reducirnos únicamente al análisis conceptual. Una valoración sólo es completa cuando se atiende otro aspecto, muy importante. No aludo a la vertiente medioambiental de la tecnología de que se trate. Me refiero, en particular, a sus correlatos sociales. Entre ellos figuran aspectos de tipo netamente *socioeconómico*.²³ También los hay *políticos*²⁴ y meramente *éticos*.²⁵

Y algo debe ser evidente en este contexto. Entre cosmovisiones no hay nada parecido a una base firme que posibilite una elección *científica*.

b) Particularidad

Pero ese análisis global —repito una vez más— debe completarse con valoraciones específicas de las distintas

aplicaciones particulares de la tecnología de que se trate, con el fin de descender desde las alturas vaporosas de las cosmovisiones a usos más bien pedestres —que son, sin embargo, los que al fin y al cabo entrañan los más inmediatos impactos y riesgos medioambientales y sociales—.

Al proceder de esta manera ha de evitarse, empero, quedar de nuevo prendido en las propias redes teóricas tendidas (conscientemente o no) en torno a esas tecnologías.²⁶ Éstas deben examinarse en el apartado que titulemos «globalidad», al hacer una evaluación filosófica de la tecnología de que se trate. Pero no han de atenderse cuando se examinan usos tecnológicos particulares, a menos que uno quiera verse de repente inmovilizado por una malla de generalidades, entre las cuales las hay incluso de tipo cuasiteológico. Me refiero, evidentemente, a una inmovilización entendida como cercenamiento de esa capacidad crítica necesaria para plantearse siquiera la posibilidad misma de ejercer un control social sobre la tecnología (al menos, sobre los usos tecnológicos de enjundia).

Aunque parezca una perogrullada: para controlar, lo primero que hay que saber es qué debe controlarse. Las marañas teóricas impiden, incluso, alcanzar claridad a ese inexcusable respecto.

De ellas es absolutamente imprescindible liberarse, al llevar a la práctica procesos —de lo que he denominado antes «evaluación técnica» de las tecnologías— tendentes a valorar los impactos y riesgos de una tecnología concreta. Una evaluación técnica debería proceder, simplemente:

1.º Ideando las diversas modalidades que la introducción de la tecnología en cuestión puede presentar —con la consciencia de que siempre quedará alguna modalidad por atender—.

2.º Concibiendo las consecuencias directas que esas modalidades pueden tener sobre el medio (ambiental y social) —con la seguridad de que siempre habrá efectos de esta índole no atendidos en esta fase inicial—.

3.º Haciendo conjeturas acerca de los riesgos que cada una de esas modalidades puede conllevar respecto del medio (ambiental y social).

Quizá un nuevo ejemplo clarifique lo que pretendo decir. Un Principio GenÉtico, como el arriba introducido acerca del Proyecto Genoma Humano, cae de lleno en el ámbito de la evaluación global. Necesaria, sí; pero general. Habría que descender a evaluaciones de las tecnologías particulares conectadas con ese proyecto. Por ejemplo, de las tecnologías de diagnóstico genético o de las tecnologías de terapia genética. Actuar así nos podría permitir no sólo delimitar impactos y riesgos medioambientales y sociales concretos, sino refinar, en especial, nuestros planteamientos éticos. Me explicaré.

Si ustedes recuerdan lo que en el capítulo 5 he dicho acerca de las distintas clases de tecnologías genéticas, comprenderán ahora fácilmente que:

1. Los resultados de las tecnologías de diagnóstico genético en el mundo laboral no deberían usarse para adoptar medidas (despido, traslado...) que se impongan a los obreros. A éstos debería informárseles de dichos resultados, sin coaccionar para nada su libertad de decisión y acción.

2. Los resultados de las tecnologías de diagnóstico prenatal deberían servir, asimismo, para informar a los padres acerca del *nasciturus*, sin imponerles medida alguna.

3. Cada cual es libre de someterse a las terapias genéticas de tipo somático que libremente decida. Pero, no lo es si la terapia genética es tipo germinal, pues en este último caso la operación no queda reducida a los límites de su organismo: pasa a la prole.

La voz de la sociedad

Pues bien, una vez *técnicamente* hechas estas valoraciones —y como una parte más del proceso de *evaluación técnica*— se debería dar la voz a la sociedad, para que ésta manifestara sus deseos. Al menos, ello tendría que suceder en los casos de tecnologías que se presumen de importancia por sus consecuencias directas o sus riesgos, como sucede con las tecnologías de terapia genética germinal.

Y hoy, más que nunca, parece imprescindible que la voz de la sociedad se oiga. No exclusivamente la de los especialistas. Pues no sólo a ellos les afecta lo que tecnológicamente hagamos con nuestra Tierra y nosotros mismos. Y no vale la excusa de que los legos en una materia carecen de conocimientos suficientes para emitir un juicio fundamentado acerca de un desarrollo tecnocientífico determinado. Eso no es cierto. Por lo general es al revés. Quienes laboran en el seno de una comunidad tecnocientífica suelen figurar entre los más ciegos ante los evidentes impactos y riesgos de las tecnologías que ellos mismos desarrollan.

Y decía que hoy más que nunca hay que dar la voz a la sociedad, porque parece como si la vía iniciada por nuestros antecesores para dominar la naturaleza esté llegando a su fin. Comenzamos a independizarnos del entorno natural mediante el desarrollo de técnicas. A través de esas técnicas, convertidas más tarde algunas de ellas en tecnologías, iniciamos el control de la naturaleza, entendido como su modificación y uso para satisfacer urgencias materiales siempre crecientes. Ese dominio no ha estado exento de impactos negativos sobre el medio y sobre el ser humano mismo. No ha sido el menor la contaminación creciente. Parece llegado el momento de la gran decisión: erradicar (en lo posible) las causas de esos impactos, o tratar de adecuarnos a ellos.

Lo que me temo es que se haga lo último: no cambiar de clase de tecnologías, sino, en todo caso, usarlas para adaptar el ser humano al supramedio técnico que él mismo ha creado (invirtiendo el proceso de adecuar el mundo a él a través de la técnica). Y apoyar la adopción de esta decisión tanto en la valía científica de los especialistas que la impulsan o asumen, cuanto en la maraña teórica con la que se envuelven los desarrollos tecnológicos concretos mediante los cuales pretenden solucionarse (?) los problemas —unos desarrollos en que hoy se conjuntan íntimamente informática e ingeniería genética y una maraña en la que no es el factor de menor importancia la idea del progreso—.

Si así se hace, si no se atienden en consecuencia sufi-

cientemente factores ambientales y sociales a la hora de evaluar una tecnología, se llegará, por fin, a hacer realidad plena el encabezamiento de la guía de la Exposición Universal de Chicago (1933) a que he aludido ya en otros lugares de este ensayo; a saber:

La ciencia descubre
La industria aplica
El hombre se conforma.

Y nunca mejor dicho lo de «el hombre se conforma». Pues lo que se pretende es conformar o configurar tecnológicamente al propio ser humano, a fin de adecuarlo de la mejor manera posible a los procesos técnicos. Lo que equivale a decir: de modo que deje de ofrecer obstáculos al pleno aprovechamiento de la tecnología industrialista.

NOTAS

1. Véase, por ejemplo, la obra de Th. Dobzhansky, *Diversidad genética e igualdad humana*, Barcelona, Labor, 1979.

2. Estoy haciendo referencia a las tesis de la llamada «sociobiología», movimiento determinista biológico que cobra fuerza a partir de mediados de los setenta y que pretende dilucidar los rasgos más llamativos del fenotipo comportamental animal no-humano y humano como genéticamente causados.

Entre esas llamativas características se alza el altruismo de que hacen gala los seres vivos, sacrificando sus propias posibilidades reproductivas en favor de terceros. Esto es algo que, al menos en apariencia, está penalizado por la selección natural. Sin embargo, esas conductas altruistas están muy generalizadas en la naturaleza. ¿Cómo puede ser?

La respuesta de los sociobiólogos, antes y ahora, es simple (yo diría que simplona): si la selección natural sólo deja que pasen su tamiz los individuos que más eficazmente se reproducen, es decir, que contribuyen con más prole fértil a las generaciones venideras; entonces, si hay altruismo en la naturaleza debe ser porque no es verdadero altruismo o sacrificio (en suma) de las propias posibilidades reproductivas. El sociobiólogo (desde su despacho) tenderá entonces a explicar(?) cualquier rastro de altruismo en la naturaleza como *egoísmo real encubierto*.

Sobre este tema les recomiendo mi libro *Los nuevos redentores*, Barcelona, Anthropos, 1987, 1989 (Nueva Ciencia, 1); así como mis artículos «Puesto el gen, puesto el engaño», *Arbor*, enero (1986), 53-78, y «Somos monos, pero menos», *Theoria*, octubre (1986) - enero (1987), 157-178.

3. Sola, acompañada o sustituida por la tecnología microelectrónica. Por ejemplo, los Minsky y compañía piensan que, en vez de transformar el genoma del ser humano para generar diversas humanidades (adaptada cada una a un entorno determinado), mejor sería equipar al hombre del futuro con diversas *interfaces* (!) para que pueda enchufarse a distintos tipos de equipo.

4. De manera muy significativa, dice J. Glover en su *El hombre prefabricado. Problemas éticos de la ingeniería genética*, Barcelona, Ariel, 1986, p. 64: «¿Podría estar justificado que intentáramos cambiar la naturaleza humana? Y, en caso afirmativo, ¿es el cambio genético un método aceptable? La mayoría de nosotros sentimos resistencia ante la ingeniería genética, y es frecuente que en nuestro pensamiento las dos cuestiones se confundan... Al hablar de "naturaleza humana" echamos mano de una idea vaga... Quizá los cambios en la sociedad transformen nuestra naturaleza, pero no debe echarse en olvido la idea pesimista de que acaso no sea así. O de que, si tal cosa sucede, esas personas mejores que serían su resultado perderían la batalla evolutiva con quienes no fueron así reconstituidos. Según cualquiera de estos puntos de vista pesimistas, renunciar a la ingeniería genética positiva sería renunciar a toda esperanza de mejora fundamental respecto de lo que somos».

La cita es clara. Hay rasgos comportamentales (Glover aducirá luego la inclinación humana a la guerra y similares) que (según pesimistas) son socialmente inmodificables, por ejemplo: a través de una educación para la paz. Quedan las herramientas de la ingeniería genética: ¿por qué no usarlas? Incluso, aunque se pudiera ambientalmente influir sobre esos rasgos de comportamiento: ¿por qué renunciar a construir mediante la ingeniería genética un ser humano mejor que el que podría obtenerse mediante prácticas —por ejemplo— educativas?

5. Un ejemplo, traído a colación con gran frecuencia en contextos como éste, es el de la agresividad innata del ser humano. La investigación en tecnología —se dice— no tendría por qué aplicarse militarmente. Pero, desgraciadamente, el ser humano propende por su propia biología hacia empresas agresivas. La situación —aseveran— es explosiva (nunca mejor dicho), pues al fin y al cabo no somos otra cosa que australopitecinos o algo parecido, dejados al páiro de su agresividad, un misil bajo el brazo y nada más que eso que llaman «razón» para evitar lo previsible. (Sobre estos temas les recomiendo la lectura de mi artículo «El "pequeño" paso que media entre enseñar los dientes y enviar misiles», en J. Sanmartín [ed.], *Genética y conducta*, Valencia, Tirant lo Blanch, 1986.)

6. Repárese —si se quiere, por supuesto— los conceptos de genética introducidos en el capítulo anterior, de los que ahora se hará amplio uso.

7. Con los métodos tradicionales, un investigador tendría que vivir unos sesenta mil años para ver cumplida esa secuenciación. Merced al uso de tecnologías informáticas en el Japón se ha reducido extraordinariamente ese tiempo.

8. Sobre estos temas, les recomiendo el libro de David Suzuki y Peter Knudtson, *Genethics: The Clash between the New Genetics and Human Values*, Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press, 1989.

9. La verdad es que la decisión japonesa de aplicar su potencia infor-

mática a esta tarea, así como los esfuerzos de algún investigador/empresario estadounidense, como Gilbert, de dedicarse a secuenciar el genoma humano han sido algo parecido a un pistoletazo para una carrera en la que, además de EEUU y Japón, se halla inmersa Europa. En esta última hay proyectos nacionales a este respecto en Francia, Gran Bretaña, Italia y Alemania. Pero, además, la Comisión Europea, encargada de coordinar la actividad conjunta de los estados miembros de la CEE, ha elaborado un programa trienal de unos 17 millones de dólares USA para incrementar la cooperación entre esos países, y entre ellos y EEUU. La finalidad de ese programa es, ante todo, construir la infraestructura tecnológica para llevar a cabo esa investigación, aunque luego se dispensará gran atención a sus riesgos. En el Parlamento Europeo no faltan voces que opinan que la situación debería ser completamente la contraria: examinar, primero, los riesgos y, sobre todo, los de cariz ético y social.

10. Véase nota 8.

11. Podría resumir ahora las caracterizaciones que he venido ofreciendo de la ingeniería genética del modo que sigue. Por ella se entiende el conjunto de técnicas que permiten: 1) secuenciar el ADN (o ARN) de algún organismo o célula; 2) cartografiarlo (es decir, localizar las porciones de ese ADN que sean genes); 3) detectar porciones de ADN defectuosas; 4) eliminar, insertar o sustituir porciones de ADN por otras que provengan de seres de la misma o distinta especie. Creo que en mi artículo «El desafío de la Genética», *Tendencias científicas y sociales* (Madrid), 19, sept.-oct. (1990), 8-9, he logrado clarificar algunos conceptos básicos de la biotecnología y, en particular, de la ingeniería genética, frecuentemente confundidos o mal usados.

12. Brian Stableford, *El hombre futuro. ¿Un mundo feliz o pesadilla genética?*, 2 vols., Barcelona, Orbis, 1986, vol. 2, p. 229.

13. Ejemplo: La tecnología de ordenadores va a deparar órdenes sociales cada vez más justos, donde el ser humano será cada vez más libre y podrá dedicarse a un ocio creativo cada vez mayor.

14. Ejemplo: la teoría cognitivista permite unificar conceptualmente clases de entidades en apariencia muy distintas, en concreto, células fotosensibles, cerebros humanos y ordenadores. Ello justifica la extensión de la tecnología de ordenadores al ámbito de lo humano y la razonabilidad de propugnar la creación de individuos mixtos de unos y otros (seres humanos robotizados —*cyborgs*— u ordenadores humanizados).

15. Ejemplo: la superteoría del neodarwinismo permite asumir la clase de los *cyborgs* (o la de los ordenadores humanizados) como una especie más evolucionada que seres humanos u ordenadores por separado, siempre que la evolución se vea como un proceso de emergencia de sistemas de procesamiento de información cada vez más complejos.

16. Dicho sin tapujos. Cuando uno manifiesta, por ejemplo, la posibilidad de que se produzcan armas biológicas mediante ingeniería genética suele caer sobre él un chaparrón de beneficios que compensan de ese riesgo, un chaparrón en el que todo cabe —desde bacterias que producen alguna proteína humana valiosa a seres humanos pacientes de anemias falciformes—. Y no es eso. A la pregunta acerca de riesgos de producción de armas biológicas hay que dar una contestación que concierna a armas biológicas.

17. Una de las voces más significadas en ese contexto, la de I. Asimov dice así: «está en marcha una tercera revolución; una que es aún mayor, o al menos una que nos afecta más de cerca. Nos afecta tan profundamente que la mayor parte de la gente mantiene un intranquilo silencio acerca de ella y tiende a mirar hacia otro lado cuando se la menciona; y sobre ella se han escrito muy pocos libros. Es la revolución genética» («Introducción» a B. Stableford, *El hombre futuro. ¿Un mundo feliz o pesadilla genética?*, 2 vols., Barcelona, Orbis, 1984, vol. 1, p. 7). Siempre, una nueva revolución.

18. En general, teóricos y tecnólogos suelen manifestar hasta desprecio por la llamada «divulgación». Pero no hay duda de que gracias a los efectos de esa divulgación (estaría por decir que, sobre todo, de la divulgación periodística) encuentran en el común de la gente un aliado contra quienes se atreven a cuestionar el sentido global de la empresa tecnológica: esas gentes que, yendo contra el progreso, se dice que desean un retorno a la cavernas.

19. Sobre este tema, véase mi artículo «Alternatives for the Evaluation of the Effects of Genetic Engineering in the Human Development», en Paul Durbin (ed.), *Philosophy and Technology II. Broad and Narrow Perspectives*, Dordrecht, Reidel Publ. Comp., 1990, pp. 153-166.

20. Mientras he escrito por vez primera esta última parte del libro (en el transcurso de unas ocho semanas) han ocurrido los accidentes siguientes. Un barco ha embarrancado en el Mar del Norte y ha dejado perdidos unos contenedores con uno de los pesticidas más peligrosos en su interior: lindano. Otro barco, en esta ocasión un petrolero, está soltando millones de litros de oro negro sobre el mar ribereño de Alaska. Un submarino nuclear ruso se hunde junto a las costas de Noruega. Y, mientras, el agujero de ozono haciendo progresos.

Lo señalado corresponde al capítulo de catástrofes ecológicas. Me asustan. Pero creo que hay un riesgo mayor: silencioso, de nefastas consecuencias en un futuro no muy lejano: las aguas que bebemos están contaminadas por fertilizantes químicos, los alimentos que comemos poseen variados y abundantes residuos de pesticidas cancerígenos, el aire que respiramos contiene abundantes metales pesados.

21. Ese *rehacer el ser humano* —dicho de modo algo más estricto— adopta dos variantes. Una, la terapéutica. Otra, la que me atrevería a llamar «quimérica». De una y otra ya me he ocupado en el capítulo anterior. La primera postula el uso de las técnicas de la ingeniería genética para curar enfermedades o propensiones. La modalidad *quimérica* es la última moda de lo que he denominado en ese capítulo «eugenesia positiva» o, simplemente, «eugenesia»: la doctrina de la mejora del ser humano mediante el empleo de la ingeniería genética. Esa mejora —como también he dicho— tiene que ver no sólo con el fenotipo anatómico o fisiológico, sino, sobre todo, con el fenotipo comportamental. Mediante ingeniería genética se pretende, en definitiva, no sólo configurar anatómica y fisiológicamente el ser humano del futuro (incluso, creando varias humanidades), sino construirlo además de modo que sus virtudes comportamentales se vean acrecentadas, al par que sus defectos de conducta sean minimizados o, si se puede, erradicados.

22. Y eso, por cierto, es una de las cosas que más irrita a los científicos o tecnólogos *normales* (por «normales» entiendo aquí —como Kuhn— aquellos científicos o tecnólogos que se dedican a investigar los detalles de una teoría o tecnología dominante). Y lo sé por experiencia propia. Les enfada muchísimo que se les dé ejemplos concretos de esos desvaríos. Y, porque, cuando así proceden, tienden a decir que se está caricaturizando una situación, he preferido en puntos anteriores citar (yendo incluso contra mi costumbre): dejar la palabra a insignes representantes de teorías de segundo nivel.

23. Como por ejemplo: las consecuencias que de cara a la existencia de los sindicatos de corte tradicional puede tener la introducción generalizada de una tecnología microelectrónica; o la nueva configuración social —nuevas clases, en suma— a que puede dar lugar esa introducción.

24. Aunque, los sistemas políticos no sean otra cosa que excrecencias de los sistemas socioeconómicos como, por ejemplo, las distintas formas en que la introducción de una tecnología podría menoscabar la libertad; o las modalidades distintas de vida en democracia que tecnologías diferentes podrían contribuir a generar.

25. Como los sistemas de valores que pueden verse afectados por una tecnología. Véase a este respecto C. Mitcham, *¿Qué es la filosofía de la tecnología?*, Barcelona, Anthropos, 1989 (Nueva Ciencia, 2). En este libro, de reducido tamaño, el lector puede encontrar un buen panorama de las diferentes éticas posibles en conexión con las distintas tecnologías dominantes en nuestro tiempo.

26. Me gusta, particularmente, la imagen de L. Winner en su *La ballena y el reactor*, Barcelona, Gedisa, 1987. Me refiero a la imagen que usa en uno de los capítulos (el 8 en concreto) de cómo no se ha de proceder a una evaluación de la tecnología, a menos que —como si se jugara con un muñeco de brea— se quiera acabar con las manos pringadas.

GLOSARIO

Acervo génico Constitución genética de una población (o, lo que es lo mismo, suma total de los genotipos de todos los individuos de una población).

Ácido nucleico Macromolécula compuesta de gran número de nucleótidos (véanse también: ADN, ARN).

ADN Abreviatura de ácido desoxirribonucleico. Macromolécula que consta de dos cadenas complementarias de largas secuencias de unidades, llamadas nucleótidos, enrolladas en doble hélice.

ADN recombinante Una sola molécula que combina porciones de ADN procedentes de fuentes distintas.

Alelo Una de las dos o más formas alternativas de un gen que ocupa un *locus* determinado y que da lugar a características hereditarias alternativas.

Ambientalismo Doctrina que considera el medio ambiente como principalísimo (cuando no único) responsable de los rasgos psicológicos (y, en particular, comportamentales) de los animales.

Aminoácidos Unidades componentes de las proteínas.

Anemia falciforme Hemoglobinopatía en la que los hematíes, normalmente redondeados, adoptan una forma de hoz. Se trata de una anemia causada por la sustitución de un aminoácido glutámico por un aminoácido valina.

ARN Abreviatura de ácido ribonucleico. Macromolécula similar al ADN, en la que el lugar de la base nitrogenada timina es ocupado por una nueva base: el uracilo.

Biologismo Enfoque reduccionista que explica cualquier rasgo o pauta comportamental de un individuo en términos de su naturaleza biológica (lo mismo que determinismo biológico).

Biotecnología Término muy ambiguo. En su significado más general se refiere a cuantas actividades humanas tienden a optimizar facultades primordiales de los seres vivos —se incluyen entre esas actividades, pues, la agricultura tradicional y la práctica ganadera—. En un significado algo más estricto, significa técnicas científicas que usan industrialmente microorganismos o células obtenidas de animales o plantas. Finalmente, en un significado todavía más estricto, coincide con ingeniería genética.

Célula somática Una célula que no está destinada a convertirse ni en óvulo ni en espermatozoide.

Clonación Proceso por el cual se producen varios individuos genéticamente idénticos (en ingeniería genética: proceso de replicación de un gran número de moléculas de ADN idénticas).

Clones Descendientes genéticamente idénticos de un único organismo.

Conductismo Corriente ambientalista en psicología. Mantiene que cualquier pauta comportamental del ser humano puede ser modificada a través de la manipulación del ambiente en que se desarrolla.

Cromosoma Estructura de los núcleos celulares que contienen el mensaje hereditario. Está formado por ADN y proteínas.

Darwinismo Teoría de la evolución por selección natural.

Determinismo tecnológico Doctrina que considera las tecnologías como causas principales (cuando no únicas) de las estructuras sociales.

Diagnos genética Proceso por el que se rastrean (sondean) genotipos individuales en busca de posibles defectos o anomalías genéticas (véase también: sonda genética).

Diploide Núcleo cuyos cromosomas se presentan a pares.

Disgenesia Programa de intervención social que pretende mejorar la constitución hereditaria de las generaciones humanas futuras mediante la eliminación de rasgos no-deseables a través de técnicas de intervención en la reproducción (selección parental) o directamente en el material hereditario (lo mismo que eugenesia negativa).

E. coli Abreviatura de *Escherichia coli*. Bacteria que habita en el colon del ser humano. Se utiliza mucho en biología molecular e ingeniería genética.

Enzima Proteína que cataliza una reacción química específica.

Etología Ciencia que estudia la fisiología del comportamiento animal humano y no-humano, poniendo especial énfasis sobre su carácter adaptativo.

Eugenesia Programa de intervención social que pretende mejorar la constitución hereditaria de las generaciones humanas futuras mediante la potenciación de rasgos deseables a través de técnicas de intervención en la reproducción (selección parental) o directamente en el material hereditario.

Fago Abreviatura de virus que infecta bacterias o bacteriófago.

Fenotipo La apariencia de un individuo que resulta de las interacciones entre su genotipo y su medio.

Gen Unidad de material hereditario.

Gen estructural Gen que determina la secuencia de aminoácidos de una proteína.

Gen regulador Gen que controla la actividad de otros genes (por ejemplo, el inicio o el fin de la acción de un gen estructural).

Genoma Material genético total de un individuo u organismo.

Genotipo Constitución genética de un individuo que subyace a un rasgo o constelación de rasgos específicos.

Haploide Que sólo contiene un juego de cromosomas.

Hemoglobina Proteína pigmentada que contiene hierro. Se halla en los hematíes o glóbulos rojos, y transporta el oxígeno por todo el organismo vivo, liberándolo para que lo usen las células.

Hemoglobinopatías Grupo de enfermedades producidas por alguna alteración del gen correspondiente a una de las cadenas de la hemoglobina (véanse: anemia falciforme, talasemias).

Heterozigoto Organismo con alelos diferentes en el mismo locus de dos cromosomas homólogos.

Homozigoto Organismo que posee el mismo alelo en el locus correspondiente de dos cromosomas homólogos.

Ingeniería genética Conjunto de (bio)tecnologías que permiten secuenciar el ADN de células u organismos vivos, cartografiarlo y alterarlo insertando, eliminando o variando genes individuales.

Interaccionismo Doctrina que mantiene que la conducta animal no puede explicarse tan sólo por sus bases biológicas o por la acción del ambiente, sino a partir de la interacción de unas y otro.

Locus Localización específica de un gen en un cromosoma.

Neodarwinismo La teoría darwiniana de la evolución por selección natural unificada con la teoría mendeliana de la herencia (lo mismo que darwinismo ortodoxo).

Nucleótido Bloque básico de los ácidos nucleicos. Está formado por una base nitrogenada, un azúcar y un ácido fosfórico. Los nucleótidos que componen el ADN están formados por un azúcar (desoxirribosa), un grupo fosfato y una base nitrogenada (adenina [A], citosina [C], guanina [G], timina [T]).

Población (mendeliana) Grupo de organismos que se entrecruzan y que comparten un acervo genético. Unidad fundamental de la evolución según el darwinismo.

Proteína Macromolécula formada por una o más cadenas de aminoácidos. Constituyen una parte considerable del peso en seco de los seres vivos.

Replicación Proceso por el cual a partir de la doble hélice del ADN inicial se originan dos dobles hélices-hijas, idénticas a la parental y entre sí.

Restricción Enzima que corta la doble hélice del ADN por determinados puntos (lo mismo que endonucleasa de restricción o enzima de restricción).

Síndrome de Down Síndrome caracterizado por defectos fisiológicos, de comportamiento y mentales debidos a la presencia de una copia suplementaria del material genético contenido en el cromosoma 21 (lo mismo que trisomía 21).

Sociobiología Biologismo que trata de explicar el comportamiento social animal humano y no-humano a partir de *instrucciones escritas* en los genes.

Sonda genética Fragmento de ADN (o ARN), marcado con un isótopo radiactivo, capaz de ligarse a otro fragmento de ADN (o ARN) que contenga una secuencia complementaria.

Talasemias Hemoglobinopatías causadas por defectos del gen que codifica la globina (parte fundamental de la hemoglobina).

Tecnología Técnica que incide sobre causas dilucidadas por alguna teoría científica (lo mismo que tecnociencia).

Terapia genética Sustitución o reparación médica de genes defectuosos en células vivas.

Virus Microorganismos que constituyen parásitos de células o bacterias (véase: fago).

BIBLIOGRAFÍA

- * AIBAR PUENTES, Eduardo, «Técnicas, teorías y extrapolaciones: el caso de la teoría de la información», *Anthropos* (Barcelona), 94/95, marzo-abril (1989), 44-50.
- ASIMOV, Isaac, «Introducción», en B. Stableford, *El hombre futuro. ¿Un mundo feliz o pesadilla genética?* Barcelona, Orbis, 1986.
- BACON, Francis, *Novum Organum*, Buenos Aires, Losada.
- , *La nueva Atlántida*, Madrid, Zero, 1985.
- BARASH, David P., *La liebre y la tortuga*, Barcelona, Salvat, 1987 (Biblioteca Científica).
- BURY, John, *La idea del progreso*, Madrid, Alianza, 1971.
- CAMPANELLA, Tomás, *La ciudad del sol*, Madrid, Zero, 1984.
- , *La monarquía hispánica*, Madrid, Centro de Estudios Constitucionales, 1982.
- * CAMPOS ROSELLÓ, Francisco José, LUJÁN LÓPEZ, José Luis, GÓMEZ FERRI, Javier, ILLERBAIG ADELL, Juan Francisco y RUIZ COMPANY, Federico, «Documentación temática: filosofía general de la ciencia y filosofía especial de las ciencias», *Anthropos* (Barcelona), 82/83, marzo-abril (1988), 111-126.
- * COROMINAS, Joaquim, «Nuevos mundos, nuevas perspectivas», *Tendencias científicas y sociales* (Madrid), 16, marzo-abril (1990), 8.
- CHARGAFF, Erwin, *Das Feuer des Heraklits*, Stuttgart, Ernest Klett Vg., 1981.
- CHRISTEN, Yvens, *El hombre biocultural*, Madrid, Cátedra, 1989.
- DESCARTES, René, *Discurso del método*, ed. de R. Frondizi, Madrid, Alianza, 1979.
- DOBZHANSKY, Theodosius, *Diversidad genética e igualdad humana*, Barcelona, Labor, 1979.
- y AYALA, Francisco José (eds.), *Evolución*, Barcelona, Omega, 1980.
- DREYFUS, Hubert L. y DREYFUS, Stuart E., *Mind over Machine. The Power of Human Intuition and Expertise in the Era of the Computer*, Nueva York, The Free Press, 1986.
- DUBOS, René, *Un dios interior*, Barcelona, Salvat, 1986 (Biblioteca Científica).

* Las obras precedidas de asterisco han sido realizadas por miembros del Instituto de Investigaciones sobre Ciencia y Tecnología (INVESCIT).

- FEIGENBAUM, Edward A. y McCORDUCK, Pamela, *La quinta generación*, Barcelona, Planeta, 1984.
- FRESCO, Nadine, «Biotechnology in Human Genetics: Developments and Problems», presentado en el Seminario Internacional sobre «Social Dimensions of Biotechnology. Towards an European Policy», Dublín, 1987.
- * GARCÍA-MERITA, María Luisa, «Tecnología y naturaleza humana», *Anthropos* (Barcelona), 94/95, marzo-abril (1989), 81-86.
- GLOVER, Jonathan, *El hombre prefabricado. Problemas éticos de la ingeniería genética*, Barcelona, Ariel, 1986.
- GONZÁLEZ SEARA, L., «El cansancio de la vida, fenómeno de nuestro tiempo», ponencia dictada en el Instituto de Ciencias del Hombre, Madrid, Karpos.
- GOULD, Stephen Jay, «El síndrome del Dr. Down», en *El pulgar del panda*, Madrid, Hermann Blume, 1983.
- HEMPEL, Carl Gustav, *Filosofía de la ciencia natural*, Madrid, Alianza, 1973.
- * ILERBAIG ADELL, Juan Francisco y GÓMEZ FERRI, Javier, «La problemática tecnológica tiene un carácter global», *Tendencias científicas y sociales* (Madrid), 16, marzo-abril (1990), 9.
- LEE, Richard B., *The Dobe !Kung*, Nueva York, Holt, Rinehart y Winston, 1984.
- LEVY, Steven, *Hackers*, Nueva York, Anchor/Doubleday, 1984.
- * LÓPEZ CEREZO, José Antonio y LUJÁN LÓPEZ, José Luis, *El artefacto de la inteligencia. Una reflexión crítica sobre el determinismo biológico de la inteligencia*, Barcelona, Anthropos, 1989 (Nueva Ciencia, 4).
- * LUJÁN LÓPEZ, José Luis, «Tecnología, ciencia y sociedad: proceso a la epistemología popular», *Anthropos* (Barcelona), 94/95, marzo-abril (1989), 81-86.
- * —, ILERBAIG ADELL, Juan Francisco, MONGE GARCÍA, Carmen y GÓMEZ FERRI, Javier, «Una bibliografía orientativa sobre la relación temática "tecnología, ciencia, naturaleza y sociedad"», *Anthropos* (Barcelona), 94/95, marzo-abril (1989), 175-192.
- * MEDINA, Manuel, *De la techne a la tecnología*, Valencia, Tirant lo Blanch, 1985 (Tirant Propuestas, 3).
- * — (ed.), *Noves technologies: risc i alternatives*, Barcelona, Fundació Jaume Bofill/Edicions de la Magrana, 1986.
- * —, «Progrés tecnològic i regressió social?», en Manuel Medina (ed.), *Noves technologies: risc i alternatives*, Barcelona, Fundació Jaume Bofill/Edicions de la Magrana, 1986, pp. 13-20.
- * —, «Risc tecnològic i neutralitat científica», en Manuel Medina (ed.), *Noves technologies: risc i alternatives*, Barcelona, Fundació Jaume Bofill/Edicions de la Magrana, 1986, pp. 159-164.
- * —, «Extravíos racionales», *Anthropos* (Barcelona), 82/83, marzo-abril (1988), 62-69.
- * —, «La técnica de los conceptos científicos. Mecánica y concepto de masa», *Arbor* (Madrid), 509, mayo (1988), 31-57.
- * —, «Mito de la teoría y filosofía de la tecnología», *Anthropos* (Barcelona), 94/95, marzo-abril (1989), 35-39.

- * — y SANMARTÍN, José, «Filosofía de la tecnología, INVESCIT y el programa TECNAS», *Anthropos* (Barcelona), 94/95, marzo-abril (1989), 4-7.
- * — y SANMARTÍN, José, «A New Role for Philosophy and Technology Studies in Spain», *Technology in Society* (Nueva York), 11, 4 (1989), 447-455.
- * — y SANMARTÍN, José (eds.), *Ciencia, tecnología y sociedad*, Barcelona, Anthropos, 1990 (Nueva Ciencia, 6).
- * MÉNDEZ STINGL, Roberto, «La filosofía de la tecnología del siglo XX», *Anthropos* (Barcelona), 94/95, marzo-abril (1989), 27-34.
- MILLER, G.A., «Informavores», en F. Machlup (ed.), *The Study of Information: Interdisciplinary Messages*, Nueva York, Wiley, 1984.
- MINISKY, Marvin (ed.), *Robótica*, Barcelona, Planeta, 1986.
- MITCHAM, Carl, *¿Qué es la filosofía de la tecnología?*, Barcelona, Anthropos, 1989 (Nueva Ciencia, 3).
- * MONGE GARCÍA, Carmen, «Una nueva conciencia para la era de la alta tecnología: la ética ingenieril», *Eureta Newsletter*, 3, 32-33.
- * MOYA, Andrés, *La estructura de la evolución*, Barcelona, Anthropos, 1989 (Nueva Ciencia, 5).
- MUMFORD, Lewis, *Arte y técnica*, Buenos Aires, Nueva Visión, 1958.
- , *El mito de la máquina*, Buenos Aires, Emecé, 1969.
- , *The Pentagon of Power*, Nueva York, Harcourt Brace Jovanovich, 1970.
- , *Técnica y civilización*, Madrid, Alianza, 1971.
- , «Técnicas autoritarias y democráticas», en Melvin Kranzberg y William H. Davenport (eds.), *Tecnología y cultura*, Barcelona, Gustavo Gili, 1978.
- , «La técnica y la naturaleza del hombre», en Melvin Kranzberg y William H. Davenport (eds.), *Tecnología y cultura*, Barcelona, Gustavo Gili, 1978.
- ORTEGA Y GASSET, José, *Meditación de la técnica*.
- PACKARD, V., *The People Shapers*, Londres, Futura, 1978.
- PAULY, Philip J., *Controlling Life*, Oxford y Nueva York, Oxford University Press, 1987.
- POPPER, Karl R., *Conocimiento objetivo*, Madrid, Tecnos, 1974.
- PYLYSHYN, Zenon W., *Computación y conocimiento*, Madrid, Debate, 1988.
- QUINTANILLA, Miguel A., *Tecnología. Un enfoque filosófico*, Madrid, Tecnos/Fundesco, 1990.
- * REQUENA MANZANO, Esteban, «Tecnología y valores», *Anthropos* (Barcelona), 94/95, marzo-abril (1989), 119-123.
- ROSZAK, Theodor, *El culto a la información*, Barcelona, Crítica, 1989.
- * SANMARTÍN, José, «El pequeño paso que media entre enseñar los dientes y enviar misiles», en José Sanmartín, Vicente Simón y María Luisa García-Merita (eds.), *La sociedad naturalizada. Genética y conducta*, Valencia, Tirant lo Blanch, 1986, pp. 275-294 (Tirant Major).
- * —, «Puesto el gen, puesto el engaño», *Arbor* (Madrid), 461, enero (1986), 53-78.
- * —, «Somos monos, pero menos», *Theoria* (San Sebastián), 4, octubre (1986)-enero (1987), 157-178.
- * —, *Los nuevos redentores. Reflexiones sobre la ingeniería genética, la sociobiología y el mundo feliz que nos prometen*, Barcelona, Anthropos, ¹1987, ²1989 (Nueva Ciencia, 1).

- * —, «Reflexiones en torno a la cuestionable primacía de lo teórico, o semblanza del cachivache», *Arbor* (Madrid), 507, marzo (1988), 29-45.
- * —, «No toda producción es síntesis. Reflexiones en torno a las diferencias entre tecnologías de control y tecnologías sintéticas», *Anthropos* (Barcelona), 94/95, marzo-abril (1989), 39-44.
- * —, «Genes "ejecutivos" y ejecutivos "genéticos"», en *La ciencia actual: Aproximación Interdisciplinar (II Curso)*, *Actas de la Universidad de Verano de Teruel*, 3, Zaragoza, Secretariado de Publicaciones (Universidad de Zaragoza), 1989, 13-32.
- * —, «El Instituto Invescit», *Eureta Newsletter*, 3 (1989), 16-17.
- * —, «La historia se repite: Nuevas formas de un viejo tema. Los determinismos biológicos», *Taula* (Palma de Mallorca), en prensa.
- * —, «La ciencia descubre, la industria aplica y el hombre se conforma (imperativo tecnológico y diseño social)», en Manuel Medina y José Sanmartín (eds.), *Ciencia, tecnología y sociedad*, Barcelona, Anthropos, 1990 (Nueva Ciencia, 6).
- * —, «Alternatives for the Evaluation of the Effects of Genetic Engineering in the Human Development», en Paul Durbin (ed.), *Philosophy and Technology, II: Broad and Narrow Perspectives*, Dordrecht, Reidel Pub. Co., 1990, 153-166.
- , «El desafío de la Genética», *Tendencias científicas y sociales* (Madrid), 19, sept.-oct. (1990), 8-9.
- * — y MEDINA, Manuel, véase MEDINA, Manuel y SANMARTÍN, José.
- * —, SIMÓN, Vicente y GARCÍA-MERITA, María Luisa (eds.), *La sociedad naturalizada. Genética y conducta*, Valencia, Tirant lo Blanch, 1986 (Tirant Major).
- SHALINS, Marshall, *Economía de la Edad de Piedra*, Madrid, Akal, 1977, 1983.
- SHALLIS, Michael, *El ídolo de silicio*, Barcelona, Salvat, 1986.
- SHECKLEY, R., «Escenas del siglo XXI», en Marvin Minski (ed.), *Robótica*, Barcelona, Planeta, 1986.
- SKINNER, B.H., *About Behaviorism*, Nueva York, Alfred A. Knopf, 1974.
- STABLEFORD, Brian, *El hombre futuro. ¿Un mundo feliz o pesadilla genética?*, 2 vols., Barcelona, Orbis, 1986.
- SUZUKI, David y KNUDTSON, Peter, *Genethics: The Clash between the New Genetics and Human Values*, Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press, 1989.
- TOFFLER, Alvin, *La tercera ola*, 2 vols., Barcelona, Orbis, 1986.
- * VICEDO, Marga, «Filosofía comprometida de la ciencia», *Anthropos* (Barcelona), 82/83, marzo-abril (1988), 35-37.
- WEIZENBAUM, Joseph, «The Computer in Your Future», *The New York Review of Books*, 30, 16, 27 octubre (1984), 58-62.
- , *La frontera entre el ordenador y la mente*, Madrid, Pirámide, 1978.
- WINNER, Langdon, *Tecnología autónoma: la técnica incontrolada como objeto del pensamiento político*, Barcelona, Gustavo Gili, 1979 (Tecnología y sociedad).
- , *La ballena y el reactor*, Barcelona, Gedisa, 1987.

ÍNDICE

Introducción	11
1. TÉCNICA, CIENCIA Y TECNOLOGÍA. TOPICARIO	19
Tópico primero: «hay dos clases de técnicas: precientíficas las unas; ciencia aplicada las otras» . . .	19
Tópico segundo: «ciencia y ámbito de la racionalidad vienen a ser una y la misma cosa»	21
Tópico tercero: «la técnica es el arte de producción y mantenimiento de instrumentos»	22
Tópico cuarto: «la ciencia es teoría»	23
Tópico quinto: «las tecnologías en sí son neutrales»	24
Tópico sexto: «lo que se puede técnicamente hacer, hay que hacerlo»	26
Tópico séptimo: «la ciencia es una forma de saber explicativa del mundo»	28
2. CIENCIA, TECNOLOGÍA Y DOMINIO DE LA NATURALEZA . . .	35
La fundación de la ciencia moderna y el control de la naturaleza	35
Las tecnologías como técnicas teorizadas	37
Teorías y extrapolaciones tecnológicas	39
Superteorías	41
Revolución y valoración	42

3. TECNOLOGÍA Y REVOLUCIÓN	57
Algo sobre el imperativo tecnológico	58
La revolución pendiente	60
Tecnología y control social	61
Utopía y fiasco	64
Bioevolución y tecnoevolución	65
4. TECNOLOGÍA, INDUSTRIA Y CONTAMINACIÓN	75
Sobre superideologías	75
La trama de impactos de la tecnología moderna	78
La crisis de nuestro tiempo	82
Los aprietos del concepto de progreso	85
5. TECNOLOGÍA, INDUSTRIA Y EUGENESIA	93
Bioevolución, neodarwinismo y resistencia	93
Teorías biologists y eugenesia	96
La eugenesia hoy	101
Biologismo y comportamiento social	104
Propensiones a enfermedades y dolencias genéticas	107
Sondeos genéticos vs. medidas ambientales	110
Del talasémico al hombre-adaptado-al-vuelo	112
6. TECNOLOGÍA Y FUTURO	127
De nuevo, sobre biologismos	127
El Proyecto Genoma Humano	130
Crítica y reacción	135
Tecnología y ética	136
La voz de la sociedad	141
Glosario	149
Bibliografía	153