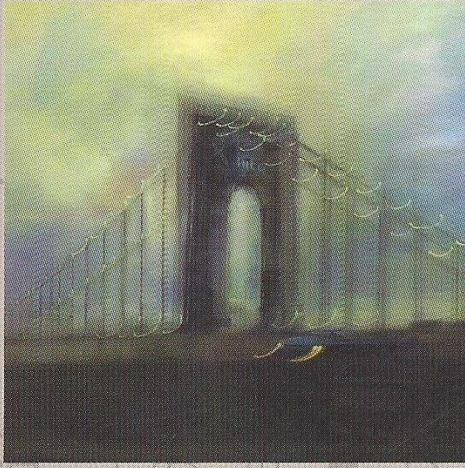


# Ética y mundo tecnológico

Jorge Enrique Linares



SECCIÓN DE OBRAS DE FILOSOFÍA

---

ÉTICA Y MUNDO TECNOLÓGICO

JORGE ENRIQUE LINARES

ÉTICA Y MUNDO  
TECNOLÓGICO



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS  
FONDO DE CULTURA ECONÓMICA  
MÉXICO

Primera edición, 2008

Linares, Jorge Enrique

Ética y mundo tecnológico / Jorge Enrique Linares

México: FCE, UNAM, FFyL

520 pp.; 21 x 13.5 cm - (Colec. Filosofía)

ISBN 978-968-16-8609-3

1. Bioética 2. Ciencia-Ética 3. Filosofía I. Ser. II. t

LC R724

Dewey 176 G644d



Biblioteca de ética y bioética

BIBLIOTECA DE ÉTICA Y BIOÉTICA

Universidad Nacional Autónoma de México (Facultad de Filosofía y Letras)  
y Fondo de Cultura Económica

Colección dirigida por Juliana González Valenzuela

Volumen 3. *Ética y mundo tecnológico*

Comentarios y sugerencias: [editorial@fondodeculturaeconomica.com](mailto:editorial@fondodeculturaeconomica.com)

[www.fondodeculturaeconomica.com](http://www.fondodeculturaeconomica.com)

Tel. (55) 5227-4672 Fax (55) 5227-4694



Empresa certificada ISO 9001: 2000

Diseño de forro: Rogelio Rangel / Teresa Guzmán Romero

Imagen de la portada: Diana Salazar, *Puente*,

técnica mixta/tela/madera 80 x 100 cm, 2007

D. R. © 2008, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Filosofía y Letras

(Proyecto PAPIIT IN-407205 de la Dirección General  
de Asuntos del Personal Académico)

Ciudad Universitaria; 04510 México, D. F.

D. R. © 2008, FONDO DE CULTURA ECONÓMICA

Carretera Picacho-Ajusco, 227; 14738 México, D. F.

Se prohíbe la reproducción total o parcial de esta obra

—incluido el diseño tipográfico y de portada—,

sea cual fuere el medio, electrónico o mecánico,

sin el consentimiento por escrito del editor.

ISBN 978-970-32-5186-5 UNAM

ISBN 978-968-16-8609-3 FCE

Impreso en México • *Printed in Mexico*

## ÍNDICE

<i>Prólogo</i> .....	13
Ambrosio Velasco Gómez	

<i>Introducción</i> .....	19
---------------------------	----

### *Primera parte*

#### LOS ANUNCIADORES DEL RIESGO MAYOR

<i>Martin Heidegger: al encuentro con la esencia de la técnica</i> .....	43
El contexto histórico-político de la filosofía heideggeriana de la técnica .....	44
Las dos facetas de la filosofía heideggeriana de la técnica .....	54
Primera faceta. El análisis del objeto técnico (útil) en <i>Ser y tiempo</i> .....	56
La “época de la imagen del mundo” como fundamento de la técnica moderna .....	66
Segunda faceta. El descubrimiento de la <i>esencia</i> de la técnica .....	75
Algunos efectos de lo <i>Ge-stell</i> en la mundanidad humana .....	84
Lo <i>Ge-stell</i> como preludeo del acontecimiento apropiador del ser .....	97
La esencia de la técnica como destino y peligro .....	99
 <i>Jacques Ellul: la transmutación de la técnica</i> .....	 110
El fenómeno técnico contemporáneo .....	116
La transformación histórica de la técnica .....	125

La victoria de la Técnica sobre la sociedad moderna . . . . .	133
La Técnica como mediación universal y necesaria . . . . .	139
Características del sistema técnico . . . . .	141
La integración del ser humano en el sistema técnico . . . . .	170
<i>Günther Anders: la era del desfase prometeico</i> . . . . .	179
La disolución de la responsabilidad en el mundo tecnológico . . . . .	184
El diagnóstico existencial de la era tecnológica . . . . .	193
La heurística andersiana . . . . .	195
El desfase prometeico . . . . .	198
La vergüenza prometeica . . . . .	201
El mundo <i>fantasmal</i> de la iconomanía . . . . .	207
La ceguera ante el Apocalipsis . . . . .	222
Evitar la repetición de Auschwitz e Hiroshima: el imperativo categórico del mundo tecnológico . . . . .	230
<i>Eduardo Nicol: el advenimiento de la razón de fuerza mayor</i> . . . . .	237
La posibilidad del fin de la filosofía y la negación de la historia . . . . .	241
El descubrimiento de la <i>razón de fuerza mayor</i> . . . . .	255
La ambivalencia de la tecnología contemporánea . . . . .	264
El desequilibrio entre los fines de la existencia y la subsistencia . . . . .	270
La regresión de la comunidad histórica a la especie natural . . . . .	273
El mundo de la razón de fuerza mayor . . . . .	281
Los atributos de la razón de fuerza mayor . . . . .	282
El imperio de la necesidad sobre la libertad, ¿destino ineluctable? . . . . .	286
<i>Hans Jonas: una ética para el moderno Prometeo</i> . . . . .	292
El poderío técnico ampliado y la expansión de la responsabilidad . . . . .	297

Los nuevos imperativos para una ética orientada al futuro . . . . .	307
La "heurística del temor" . . . . .	309
La protección de la humanidad de cara al futuro . . . . .	315
La responsabilidad ontológica por la "imagen del hombre" . . . . .	317
El argumento ontológico del valor del ser . . . . .	319
La fundamentación deontológica de la responsabilidad . . . . .	326
El nihilismo de la utopía moderna del progreso . . . . .	334
La crítica de la utopía tecnológica . . . . .	335
Repercusiones políticas de la ética de la responsabilidad . . . . .	342
La transformación eugenésica de la naturaleza humana . . . . .	347
El porvenir de la <i>humanitas</i> . . . . .	359

### *Segunda parte*

#### HACIA UNA ÉTICA PARA EL MUNDO TECNOLÓGICO

<i>El mundo tecnológico como sistema global</i> . . . . .	366
Los componentes del mundo tecnológico: ciencia, tecnología y tecnociencia . . . . .	366
Conocer y actuar en el mundo: la racionalidad tecnocientífica . . . . .	379
<i>Rasgos esenciales del mundo tecnológico</i> . . . . .	390
El mundo tecnológico como sistema de sistemas técnicos . . . . .	390
Propiedades emergentes del mundo tecnológico . . . . .	401
<i>La evaluación ética del mundo tecnológico</i> . . . . .	411
<i>El vacío ético</i> . . . . .	417
La crisis ecológica global . . . . .	419
El mundo tecnológico como "sociedad del riesgo global" . . . . .	422
Accidentes y catástrofes en el mundo tecnológico . . . . .	424
Hacia una sociedad global reflexiva y autocrítica . . . . .	432

La nueva dimensión de la responsabilidad humana .....	435
Principios éticos para el mundo tecnológico .....	441
Necesidad y posibilidad de una transformación ética en el mundo tecnológico .....	487
<i>Epílogo</i> .....	495
<i>Bibliografía</i> .....	505



SEGUNDA PARTE

HACIA UNA ÉTICA  
PARA EL MUNDO TECNOLÓGICO

LA TÉCNICA ha constituido a lo largo de la historia una mediación entre el ser humano y la naturaleza. Desde este punto de vista, existe una continuidad temporal entre los actos técnicos más rudimentarios y la sofisticación tecnológica del presente, dado que ésta no representa más que el mismo tipo de respuesta pragmática ante las necesidades que la naturaleza impone a la vida humana. Sin embargo, por sus extensos alcances medioambientales, así como por su acelerado desarrollo y su alta capacidad de impacto social, la tecnología contemporánea y la técnica antigua (incluso la de los inicios de la modernidad) casi no tienen nada en común, pues la tecnología ha dejado de ser un mero *instrumento* para convertirse en *entorno* determinante de medios y fines. El mundo tecnológico del que depende ahora la humanidad entera se ha convertido en una *mediación universal* y en el *horizonte* de las relaciones cognoscitivas y pragmáticas entre el ser humano y la naturaleza; es, pues, un sistema-mundo que domina la vida social, una matriz cognitiva y pragmática a partir de la cual nos relacionamos con todo.

Por eso los conceptos con los que estamos habituados a pensar la *técnica* (entendida en general como capacidad humana para transformar objetos determinados) ya no se adaptan a las nuevas características y circunstancias del mundo tecnológico. Esos conceptos pertenecen a un mundo que ha quedado en el pasado.

Es justamente el carácter omniabarcante del mundo tecnológico, y la particular forma de racionalidad pragmática que lo gobierna, la fuente de nuevos problemas que deben ser pensados: su expansión acelerada y progresiva, sus efectos sobre el medio ambiente, su falta de límites y regulaciones ético-políticas, en suma, su estado de *hybris*. El poder tecnológico ha desbordado nuestras

capacidades cognitivas y prácticas, y por eso ha sido posible la ocurrencia y la recurrencia de accidentes y desastres tecnológicos que antes parecían inconcebibles.

Así pues, el entorno en el que vivimos ahora es, por primera vez, un *mundo tecnológico*; ya no vivimos en definitiva *dentro de la naturaleza*, sino en una *tecnoesfera* rodeada de la biosfera. Este *factum* histórico es el resultado de la expansión del poder tecnológico y de los alcances extraordinarios del poder humano de acción. El hecho histórico fundamental que debería alertar nuestra conciencia ética es que habitamos ya en un entorno artificial, separado y —en parte— enfrentado a la naturaleza ambiente en la que la humanidad evolucionó. Por ello, la biosfera y la tecnoesfera constituyen ahora los nuevos y desconocidos objetos de la responsabilidad humana.

El propósito de esta segunda parte reside en aportar bases para una *ética global del mundo tecnológico* desde una perspectiva ontológica. En esta tarea estará muy presente la herencia de los *anunciadores del riesgo mayor*. Ahora bien, para conformar una visión ética del mundo tecnológico será necesario abordar algunos problemas epistémicos y metodológicos para situar el sentido de la perspectiva ética que aquí perseguimos.

#### EL MUNDO TECNOLÓGICO COMO SISTEMA GLOBAL

##### *Los componentes del mundo tecnológico: ciencia, tecnología y tecnociencia*

Conviene establecer algunas distinciones iniciales entre los componentes del *mundo tecnológico*, así como caracterizar la racionalidad que subyace en él. El mundo tecnológico está compuesto por los sistemas de la ciencia, la tecnología y la tecnociencia, que en conjunto constituyen una red de acciones coordinadas en distintos lugares del mundo, que interactúan para producir una cognición conjunta en vistas de llevar a cabo intervenciones en la naturaleza

y en la sociedad, para lograr transformaciones materiales que se consideran valiosas, útiles o necesarias.<sup>1</sup>

Uno de los fenómenos sintomáticos del mundo tecnológico es la estrecha co-operación entre la ciencia y la tecnología en un nuevo sistema de acciones pragmáticas que se denomina ahora *tecnociencia*. Pero antes de abordar las implicaciones de este concepto, es necesario efectuar una distinción básica entre *ciencia* y *tecnología*.

La tecnología ya no puede concebirse como “ciencia aplicada”, pues esta idea tradicional implicaba una separación abstracta entre una faceta teórica propiamente científica y una faceta práctica que corresponde a la tecnología. La incorporación, y no la mera “aplicación” de conocimientos científicos, es el rasgo distintivo de la tecnología moderna. Lo que la distingue de las técnicas tradicionales es su componente científico en el diseño y realización industrial de sus productos.<sup>2</sup> Ahora bien, la incorporación de la ciencia en la actividad tecnológica ha modificado también a las prácticas científicas y sus instituciones, y ha implicado una mutua dependencia: la ciencia requiere cada vez más de la tecnología, no sólo por el equipo e instrumental avanzado, sino porque el ámbito de aplicación de innovaciones constituye un verdadero laboratorio en el que se prueban teorías y se generan nuevos conocimientos. El fenómeno significativo es que ambas actividades se han vinculado cada vez más estrechamente en proyectos de investigación y desarrollo de innovaciones y aplicaciones artefactuales.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Me apoyo aquí en la definición, ya clásica, de “sistema técnico” de Miguel Ángel Quintanilla. Véase su libro *Tecnología: un enfoque filosófico*.

<sup>2</sup> Las técnicas tradicionales son sistemas de acciones socialmente estructuradas y, en ocasiones, institucionalizadas, pero se desarrollaron previamente a la vinculación entre ciencia y tecnología, o bien han permanecido un tanto al margen del desarrollo científico y tecnológico-industrial. Subsisten muchas técnicas tradicionales no científicas, como las que operan sobre la corporalidad (como la meditación o las artes marciales), técnicas artísticas, técnicas de fabricación artesanal o técnicas productivas como las agropecuarias, etc. Algunas de ellas se combinan con tecnologías y con conocimientos científicos, por ejemplo, las técnicas vitivinícolas.

<sup>3</sup> Dada esta estrecha colaboración, es frecuente la confusión entre los fines de una y otra, no sólo para el común de la sociedad, también para los propios

Por su parte, la ciencia, en general, ya no puede ser comprendida como una búsqueda del conocimiento por sí mismo, puesto que un interés dominante en el desarrollo científico actual se centra en la transformación de las cosas que se estudian. Ello no significa que toda la ciencia se ha vuelto pragmática, pues subsisten ramas estrictamente teoréticas y sin aplicaciones tecnológicas. Por otra parte, el conocimiento científico no sólo se genera en los centros académicos tradicionales, sino también en las industrias y sus centros de investigación y desarrollo, en los cuales se diseñan nuevos artefactos y se producen nuevos conocimientos científicos.

Sin embargo, y a pesar de su fuerte interacción, requerimos todavía distinguir las funciones y objetivos generales de la ciencia y la tecnología. Los productos típicos de la actividad científica son las teorías y leyes que forman un conjunto ordenado y metódico de explicaciones sobre la realidad natural o social. Por su parte, los fines pragmáticos de la tecnología y de la tecnociencia implican la apropiación y subordinación de investigación teórica, fundiendo las operaciones cognoscitivas y la producción de artefactos en una unidad de acción; pero sus productos principales son modelos pragmáticos y diseños artefactuales. Por consiguiente, podemos identificar qué tipo de actividad es científica si el fin preponderante es teórico-epistémico, es decir, explicativo, y si además, su producto principal es un modelo teórico. En cambio, podemos identificar como actividad tecnológica aquella en la que el objetivo primordial es pragmático-productivo y el secundario o subordinado es el teórico. El objetivo prioritario de la racionalidad tecnológica no es una explicación teórica, sino un diseño artefactual, o bien un método de acción para conseguir la *máxima eficacia* (cumplimiento de los fines) y *eficiencia* (ahorro de tiempo y energía o materia invertida, adecuación máxima entre medios y fines *previstos*). De este

científicos o filósofos. Es habitual responsabilizar a la ciencia sin más de los daños tecnológicos o escuchar frases grandilocuentes cuando se habla de una innovación tecnológica como un "gran avance de la ciencia", cuando lo que sucede es que una mejora o incremento de eficacia tecnológica no representa por necesidad un avance en el conocimiento del mundo.

modo, los diseños tecnológicos o tecnocientíficos (que pueden ser en sí mismos artefactos; *v. g.*, los simuladores que aprovechan la tecnología de la realidad virtual) guían o proyectan *posibilidades de acción e intervención* en el mundo.

Por tanto, la ciencia y la tecnología generan conocimiento de manera distinta, aunque los rasgos esenciales del método científico son compartidos por ambas. La primera lo hace mediante teorías que pueden transformar nuestras representaciones y conceptualizaciones de la realidad, mientras que la segunda lo realiza mediante modelos pragmáticos que aumentan nuestras posibilidades de acción en el mundo (y por ende, transforman también nuestras representaciones de las cosas).

Ahora bien, la *tecnociencia* surgió a mediados del siglo XX<sup>4</sup> como una nueva modalidad social de práctica tecnológica que revolucionó también la práctica científica, al fusionar el *conocer* científico y el *producir* tecnológico en una unidad de acción destinada al desarro-

<sup>4</sup> Javier Echeverría sitúa alrededor de los años cuarentas el surgimiento de la tecnociencia. El informe de Vannevar Bush de 1945 (*Science, the Endless Frontier*) sobre la política científica que debía adoptar el gobierno estadounidense para ganar la guerra y preservar la hegemonía política y militar de Estados Unidos, habría sido el principal modelo impulsor de la *Big Science* o *macrociencia*, antecedente inmediato de la *tecnociencia*. Como lo indica Echeverría, la tecnociencia no surgió de un cambio epistémico, teórico o metodológico en las ciencias, sino de una alteración de los fines intrínsecos de la actividad científica al subordinarse a los fines pragmáticos de proyectos y empresas tecnológicos. Por eso, el prototipo de tecnociencia puede encontrarse en el *Proyecto Manhattan* para diseñar y construir la primera bomba atómica. Bush argumentaba que el progreso científico (tecnocientífico) era indispensable para asegurar el bienestar de la nación, y que había que dirigir esfuerzos coordinados por el Estado para el desarrollo de innovaciones que promovieran el “bien público” en los ámbitos de la investigación biomédica, el crecimiento económico-industrial y la seguridad nacional. Bush abogó por la creación de una “National Research Foundation”, mediante la cual el gobierno debería asumir su responsabilidad para promover el desarrollo del conocimiento científico. Este proyecto se materializó en la creación en 1950 de la National Science Foundation, creando un modelo de desarrollo e investigación tecnocientífico que se extendió posteriormente en todo el mundo industrializado. Véase Javier Echeverría, *La revolución tecnocientífica*, cap. 1.

llo e innovación de objetos técnicos. Sus productos son *híbridos*, como los definió Bruno Latour,<sup>5</sup> tanto epistémicos como artefactuales. La tecnociencia vincula la información y el conocimiento científicos, las habilidades y destrezas técnicas para la producción industrial de artefactos y dispositivos tecnológicos.

Así pues, las tecnociencias no se restringen a explicar *lo que pasa en el mundo*, pues su objetivo principal es la innovación tecnológica y la intervención pragmática, para lo cual subordinan e instrumentalizan el conocimiento científico. Estos “conglomerados” de ciencias y tecnologías interactúan entre sí formando *redes tecnocientíficas* que dan lugar a nuevas tecnociencias y diversifican las aplicaciones tecnológicas: por ejemplo, la integración de informática y genética en la bioinformática. De este modo, la tecnociencia se expande en muchas modalidades particulares e interconectadas que construyen sus propios objetos de conocimiento y transformación, y en la medida en que los intervienen y manipulan, generan conocimiento sobre ellos.<sup>6</sup>

Las tecnologías convencionales participan junto con las ciencias en diversas modalidades de tecnociencias; v. g., la informática, la bioestadística, la biología molecular en lo que se conoce ahora como *ciencias genómicas*, cuyo fin primordial no es meramente cognoscitivo, sino eminentemente pragmático y utilitario. Las tecnologías se transforman en tecnociencias en la medida en que se hacen más complejas y requieren el concurso de otras ramas científicas y técnicas, y en la medida en que crean nuevas entidades artefactuales (como los transgénicos, por ejemplo). A su vez, las tecnociencias pueden surgir a partir de ciencias previas que han alcanzado un ni-

<sup>5</sup> Véase Bruno Latour, *Nous n'avons jamais été modernes. Essai d'anthropologie symétrique*.

<sup>6</sup> Por ejemplo, la industria química produce materiales sintéticos que no existen en estado natural; en biología, gracias al desarrollo de la genética, estamos en el umbral de una producción *sintética* de objetos naturales: plantas y animales transgénicos; en las ciencias cognitivas: la inteligencia artificial; en la informática: la realidad virtual, la robótica y las aplicaciones cibernéticas; en la nanotecnología, la posible modificación atómica de prácticamente cualquier material, orgánico o inerte.

vel especializado de análisis material, capaz de orientar manipulaciones o intervenciones en los objetos que estudia. Así sucedió, por ejemplo, con la biología molecular y su transformación en tecnociencia genética.

No obstante, como lo señala Javier Echeverría, el surgimiento de la tecnociencia no ha significado el fin de la ciencia teórica ni la transformación de todas las variedades de tecnologías, ni la desaparición de las técnicas tradicionales:

Aunque la tecnociencia haya surgido a lo largo del siglo XX, los seres humanos siguen y seguirán desarrollando actividades técnicas, tecnológicas y científicas. Por tanto, [...] afirmaremos que, además de la técnica, la ciencia y la tecnología (más el arte), durante el siglo XX ha emergido una nueva modalidad de actividad humana y social, la tecnociencia, que se ha ido consolidando sociológica e institucionalmente en las décadas finales del siglo anterior y únicamente en algunos países. Previsiblemente, la tecnociencia tendrá un gran desarrollo durante el siglo XXI. Sin embargo, de ninguna manera pensamos que ello supone la desaparición de la ciencia o de la técnica.<sup>7</sup>

La tecnociencia es intrínsecamente innovadora (produce nuevos materiales y artefactos, a la vez que nuevos conocimientos) y se despliega a través de un sujeto colectivo que realiza una cognición y unas operaciones distribuidas mundialmente. Por ello, la tecnociencia es el motor principal del desarrollo del mundo tecnológico, pues constituye la expresión máxima de la racionalidad pragmático-tecnológica y, por ende, sus actividades son las que implican mayores repercusiones sobre la naturaleza y la sociedad.

El primer autor que comenzó a emplear el concepto de "tecnociencia" de un modo sistemático desde finales de los años setentas fue Gilbert Hottois. Este filósofo belga intentaba con dicho término establecer una clara diferencia con respecto a las concepciones so-

<sup>7</sup> J. Echeverría, *op. cit.*, p. 47.



bre la ciencia y técnica predominantes en aquellos años, las cuales seguían comprendiendo la ciencia únicamente como discurso teórico, y no como actividad pragmática; y la tecnología, meramente como “ciencia aplicada”. Hottois explica: “‘tecnociencia’ señalaba las dimensiones operatorias —técnica y matemática— de las ciencias contemporáneas. [...] En suma, la idea de ‘tecnociencia’ cristalizó, para mí, en el crisol de una profunda insatisfacción interna con respecto a lo que conocía de la filosofía de la época, y en oposición a la concepción filosófica tradicional de la ciencia”.<sup>8</sup>

Así pues, el concepto originario de tecnociencia describía un cambio social significativo que ya se había consolidado debido a la fuerte interacción entre ciencia y tecnología. Dicho nuevo concepto denotaba, por un lado, la naturaleza operatoria y técnica, desde la investigación misma, de muchas de las ciencias contemporáneas (aunque no de *toda* la ciencia), en oposición a la idea de una ciencia meramente teórica y discursiva. Por otro, la capacidad para producir conocimiento científico (y no sólo resultados artefactuales) de los proyectos tecnológicos multidisciplinarios e industriales en los que están involucradas varias ramas de ciencias y tecnologías.

Desde finales de los años ochentas se ha extendido el uso de este concepto en la filosofía y en las ciencias sociales. Algunos autores,<sup>9</sup> como Jean François Lyotard, asocian el término “teco-ciencia” al fenómeno de la tecnocracia y a la *Big Science*, es decir, la ciencia involucrada en grandes proyectos de inversión capitalista o de interés estratégico para los Estados, cuyo objetivo es potenciar el poder técnico, económico y/o militar. Asimismo, Bruno Latour utilizó el término para referirse a realizaciones híbridas entre los objetivos epistémicos de las ciencias y los objetivos económico-políticos en

<sup>8</sup> Gilbert Hottois, “La technoscience: de l’origine du mot à son usage actuel”, en J. Y. Goffi, coord., *Regards sur les technosciences*. Véase también la entrada “technoscience” en la *Encyclopedia of Science, Technology and Ethics*, vol. 4, editada por Carl Mitcham; así como la misma entrada en la *Nouvelle Encyclopédie de Bioéthique* editada por el propio Hottois.

<sup>9</sup> Véase la entrada “technoscience” en la *Encyclopedia of Science, Technology and Ethics*, vol. 3.

el contexto de la sociedad capitalista contemporánea. Por ello, el término ha adquirido cierta connotación negativa: hablar de tecnociencia implicaría denunciar el predominio de esos intereses de poder (generalmente ajenos a la mayoría de la población) en la actividad científica. Ésta es la razón por la que muchos científicos rechazan el neologismo, pues atenta contra la idea tradicional de la inocuidad y la independencia de la ciencia pura.

Actualmente, el concepto de tecnociencia no tiene un uso unívoco, y su sentido depende de si se hace énfasis en lo pragmático y utilitario: “*tecnociencia*”, o en lo epistémico: “*tecnociencia*”. De manera descriptiva, el concepto de tecnociencia puede designar: *a*) el complejo material de empresas y proyectos que buscan obtener resultados pragmáticos, dirigidos y administrados con sentido empresarial y/o por las directivas de entidades gubernamentales (algunas de carácter estratégico-militar); *b*) el discurso o construcción social de un lenguaje de poder que determina el rumbo del desarrollo tecnológico y el sentido de las decisiones políticas con respecto a la investigación científica misma, así como la manera de enfrentar muchos de los problemas ambientales y sociales más urgentes.<sup>10</sup>

Javier Echeverría expone en *La revolución tecnocientífica* (2003) la descripción conceptual más completa de los rasgos de la tecnociencia. Este filósofo español hace una distinción de matiz entre *macrociencia* (*Big Science*) y *tecnociencia*. La primera habría sido el antecedente inmediato de la tecnociencia y surge en Estados Unidos a finales de la Segunda Guerra Mundial. Se caracteriza por su estructura y finalidad militar, por ser financiada por el Estado y tener objetivos estratégicos (ganar la guerra y adquirir hegemonía política y militar), así como por la subordinación total de las prácti-

<sup>10</sup> Este “discurso tecnocientífico” suele expresarse en *slogans* de impulso a la productividad y crecimiento económico, la importancia vital del desarrollo y la innovación tecnológicas, la competencia internacional, el “subirse al tren del progreso”, etc., y se ha vuelto predominante gracias a la fusión entre la ciencia (que ya era un discurso de poder social) y la tecnología, que posee la capacidad de convencer con sus realizaciones materiales.

cas científicas a dichos objetivos. En efecto, en esta nueva manera de hacer ciencia y tecnología, cuyo prototipo fue el *Proyecto Manhattan*, los científicos se subordinaron completamente a los intereses, la administración y mandato de los militares y políticos.

Echeverría<sup>11</sup> plantea que, a diferencia de la ciencia y la tecnología convencionales, la tecnociencia contemporánea se caracteriza principalmente por:

1. *Financiamiento primordialmente privado* (en contraste con el financiamiento gubernamental de la *Big Science*). El desarrollo de la tecnociencia privada es notable en áreas como las tecnologías de la información y comunicación (TIC) o en la biotecnología. De esta manera, el conocimiento científico se convierte cada vez más en una mercancía que agrega valor a las producciones tecnológicas, mediante las patentes y la creación de nuevas empresas tecnocientíficas que constituyen polos de desarrollo económico. En la competencia internacional, sólo las grandes empresas (Microsoft, Du Pont, Pfizer, Monsanto, Celera Genomics, etcétera) son capaces de financiar proyectos tecnocientíficos de vanguardia. Los gobiernos continúan financiando áreas estratégicas, como la militar o la de energía.
2. *Interdependencia y encadenamiento multidisciplinario entre diversas ramas de la ciencia y la tecnología*. La tecnociencias integran, como hemos dicho, redes de acción entre ciencias y tecnologías convencionales, y pueden crear nuevos híbridos tecnocientíficos, como por ejemplo: bioinformática, robótica, nanotecnología, microelectrónica, telemática, mecatrónica, medicina genómica.
3. *Carácter económico-empresarial*. La tecnociencia se ha convertido en un nuevo sector del desarrollo económico mundial. Los productos tecnocientíficos (modelos, diseños, prototipos de artefactos, patentes, bases de datos, simuladores, soft-

<sup>11</sup> Cf. J. Echeverría, *op. cit.*, cap. 2.

*ware*, etc.) tienen una finalidad mercantil; y una vez que entran en el mercado, generan una cadena de otras innovaciones y aplicaciones que favorece el incremento de la ganancia comercial y la demanda de más investigación y desarrollo tecnocientífico. La tecnociencia se rige por los valores económicos de la rentabilidad, la explotación de patentes, el secreto industrial y la competitividad, y ya no sólo por los valores epistémicos de la ciencia.

4. *Interconexión telemática entre centros de investigación y desarrollo.* Ninguna tecnociencia sería posible sin la Internet y las tecnologías de la información y la telecomunicación. La interacción de equipos tecnocientíficos en distintas partes del mundo es una condición para potenciar la investigación y reducir el tiempo necesario para obtener resultados pragmáticos. Los productos tecnocientíficos ya no son la invención genial de unos cuantos, sino el resultado de investigaciones multidisciplinarias de equipos que trabajan en varias partes del mundo de manera coordinada.
5. *Vinculación con proyectos militares.* La tecnociencia misma nació en proyectos de orden militar como el Proyecto Manhattan o el de la Arpanet. Los departamentos de defensa de los países más poderosos desarrollan tecnociencias en estrecha colaboración con empresas privadas y centros de investigación científica en campos como biotecnología, energía, nanotecnología, aeronáutica, telecomunicaciones, astronáutica. En estos proyectos, la información y el conocimiento generados no son sólo privados sino secretos de Estado que los científicos y tecnólogos se obligan a guardar. Esto implica que la sociedad conoce muy poco de dichos proyectos y, por tanto, ignora los riesgos que están implicados en ellos. El riesgo y el secreto se hacen extremos en el caso de las tecnociencias cuya finalidad explícita es producir artefactos bélicos (bombas atómicas, termonucleares, químicas o bacteriológicas).
6. *Pluralidad de agentes sociales involucrados en el desarrollo tecnocientífico.* A diferencia de la ciencia y la tecnología conven-

cionales, la tecnociencia involucra a muy diversos agentes sociales que colaboran en sus proyectos o que evalúan sus efectos, de acuerdo con sus fines e intereses. Entre los rasgos que describe Echeverría, este carácter colectivo del sujeto de la tecnociencia explica la forma novedosa en que los agentes sociales interactúan en los proyectos y efectos tecnocientíficos. “El sujeto de la tecnociencia es plural, no individual. O mejor, ni siquiera cabe hablar de sujeto, sino de agente [...] Desde una perspectiva axiológica, ello implica que las acciones del sujeto de la tecnociencia están guiadas por un sistema plural de valores, puesto que el propio sujeto de la tecnociencia es plural”.<sup>12</sup>

7. *Interacciones entre tecnociencia y sociedad más complejas y conflictivas que las que había entre ciencia, tecnología y sociedad.* En la tecnociencia, los fines del conocimiento científico se subordinan a los fines económicos, militares y políticos. Esto se debe al amplio alcance de los proyectos tecnocientíficos, a su potencial económico y técnico. Pero también generan riesgos nuevos e imprevistos. La sociedad valora de diversa manera, siempre controversial y, en ocasiones, conflictivamente, las innovaciones tecnocientíficas, por ejemplo: los casos de la energía nuclear, los transgénicos y la clonación, entre otros.
8. *La informática como lenguaje común e instrumento fundamental.* Sin el desarrollo de la informática y las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) no es posible el despliegue de ninguna tecnociencia. La infraestructura de comunicación, así como el equipamiento de cómputo y supercómputo resultan indispensables en cualquier investigación y desarrollo tecnocientífico. La tecnociencia se realiza a través de las redes de comunicación e información y recurre a la informática para hacer cálculos complejísimos y simulaciones, experimentar virtualmente, mejorar diseños y pro-

<sup>12</sup> *Ibid.*, p. 83.

ducir programas de cómputo para monitorear y gestionar las innovaciones tecnocientíficas.

Echeverría realiza un recuento de diversas modalidades de tecnociencias: tecnomatemáticas, tecnofísica, tecnoquímica, tecnomedicina, tecnobiología, etcétera.<sup>13</sup> Hace énfasis en que las tecnociencias surgen de una modificación tecnológica de la praxis científica, es decir, en la manera en que la tecnociencia ha transformado la producción del conocimiento científico. Así, por ejemplo, Echeverría habla de “tecoastronomía” y de cómo la construcción del telescopio espacial Hubble ha revolucionado la astronomía. Pero en este caso, y a pesar de que algunos de los desarrollos en radioastronomía han tenido aplicaciones en otros campos (militares y de seguridad), la finalidad de la astronomía instrumentalizada con alta tecnología

<sup>13</sup> De la clasificación de Echeverría se derivan algunos ejemplos: *Tecnomatemáticas*: informática, cibernética, robótica, inteligencia artificial. *Aplicaciones*: Proyecto ENIAC (integradora numeral y calculadora electrónica); Internet, computadora personal y supercomputadoras, realidad virtual, robots, criptología y seguridad informacional, lenguajes de programación y *software* de múltiples aplicaciones.

*Tecnofísica*: tecnociencias nucleares, aeronáutica, aeronáutica espacial, nanotecnología, microelectrónica. *Aplicaciones*: Proyecto Manhattan para la fabricación de la primera bomba atómica, plantas de energía atómica, múltiples aplicaciones del láser, chips, microprocesadores y superconductores, satélites y naves espaciales, telescopio espacial, nanopartículas y nanofibras usadas en la industria textil, de cosméticos y en la microelectrónica.

*Tecnoquímica*: química de materiales sintéticos, química farmacológica. *Aplicaciones*: diseño y fabricación de materiales sintéticos: plásticos, polímeros, nylon, neopreno, rayón, aleaciones de metales, nanotecnología.

*Tecnomedicina*: medicina nuclear, medicina genómica, investigación biomédica y farmacológica, reproducción asistida, farmacogenética. *Aplicaciones*: píldora anticonceptiva, antibióticos, inmunodepresores, neurofármacos, diagnóstico con resonancia magnética, cirugía láser y con rayos gamma (*Gammaknife*), microcirugía, insulina artificial; trasplantes de órganos, corazón artificial, fecundación *in vitro*, diagnóstico genético preimplantatorio (antes de la gestación de un embrión).

*Tecnobiología*: biotecnología e ingeniería genética, ciencias genómicas, nanobiotecnología. *Aplicaciones*: Proyecto Genoma Humano, transgénicos, clonación reproductiva y terapéutica.

sigue siendo más teórica que pragmática. En mi opinión, el rasgo necesario que debe cumplir una actividad, para ser considerada como tecnociencia, es tener como finalidad principal la producción de innovaciones artefactuales para introducirlas al mercado mundial, es decir, una finalidad pragmática, generalmente, de tipo industrial y comercial. La producción de conocimiento teórico mediante sofisticados instrumentos técnicos (como el Hubble o un acelerador de partículas) no transforma por necesidad la finalidad teórica de una ciencia, independientemente de las razones pragmáticas que influyan en la decisión de emprender proyectos para fabricar esos nuevos y complicados instrumentos. Por consiguiente, los cambios en la práctica científica que se derivan de la creación de nuevos instrumentos tecnológicos no constituyen por sí mismos una nueva tecnociencia, pues los fines pueden seguir siendo primordialmente teóricos, y no pragmáticos.

Como se ha señalado, uno de los rasgos más importantes de la tecnociencia es la pluralidad de agentes que intervienen en ella: diversos especialistas de diferentes disciplinas científicas y tecnológicas que trabajan simultáneamente en varios sitios del planeta; además intervienen en la organización, administración y dirección de los proyectos: empresarios, políticos (agentes del gobierno), militares y agencias de seguridad nacional (en algunos casos), expertos en publicidad y *marketing*, equipos de abogados, grupos de expertos en *cabildeo político*. Por otro lado, en la evaluación de la tecnociencia también participan otros actores sociales, pues las tecnociencias han suscitado diversos problemas ético-políticos en la medida en que no sólo han modificado nuestras representaciones simbólicas de la realidad, sino que también han producido nuevos objetos artificiales y semi-artificiales (como los transgénicos o las nanopartículas), y han mostrado nuevas posibilidades en la transformación de la naturaleza, que implican diversos grados de riesgos y efectos imprevisibles.<sup>14</sup>

<sup>14</sup> Un ejemplo muy claro de la dinámica tecnocientífica ha sido el Proyecto Genoma Humano: si el fin en principio era de interés epistémico, los fines prag-

La tecnociencia se diferencia también de la tecnología convencional por su capacidad de incrementar la complejidad material y, en muchas ocasiones, por la imprevisibilidad de los efectos ambientales y sociales de esa nueva complejidad. Ello ha dado lugar a conflictos de valores entre los diversos agentes del desarrollo tecnocientífico, y a un creciente interés de la sociedad entera por comprenderlo y regularlo. Así, las innovaciones tecnocientíficas tienen consecuencias y repercusiones políticas y sociales, jurídicas, económicas, culturales, ideológicas, religiosas. Las controversias que suscita el nuevo y creciente poder tecnocientífico se desenvuelven en disputas ético-políticas, comerciales o jurídicas; eventualmente, podrían llegar incluso al grado de la confrontación bélica (pues, de hecho, muchas de ellas han surgido de intereses militares y estratégicos).

### *Conocer y actuar en el mundo: la racionalidad tecnocientífica*

#### *La máxima eficacia como fin constituyente*

Podemos caracterizar la racionalidad que rige el mundo tecnológico como *pragmático-instrumental*. Ello implica que la tecnología y la tecnociencia<sup>15</sup> actuales no sólo constituyen una capacidad para transformar el mundo, sino también una nueva modalidad para

máticos (intervenir y modificar el genoma, patentar fragmentos de información, etc.) preponderaron y aceleraron la investigación gracias a la utilización de recursos informáticos novedosos y más potentes, contribuyendo asimismo al propio aceleramiento del desarrollo de la informática (la conexión a distancia entre bases de datos, por ejemplo, que aumentó considerablemente la capacidad de cálculo y análisis), así como al surgimiento de una nueva tecnociencia: la bioinformática. Otros ejemplos de tecnociencias han sido la investigación sobre inteligencia artificial, o bien la creación de redes cibernéticas y la Internet, la robótica y las tecnologías de realidad virtual, o la ingeniería genética.

<sup>15</sup> En lo sucesivo nos referiremos indistintamente a la tecnología o a la tecnociencia como componentes determinantes del mundo tecnológico y expresiones de la racionalidad que lo gobierna.



conocerlo, comprenderlo, interpretarlo y orientarse en él:<sup>16</sup> la racionalidad pragmática dominante es aquella que *no* ve sólo la realidad como objeto de *explicación*, sino como objeto de *producción*. La tecnociencia hace mucho más que conocer: *inventa*, crea posibilidades, las descubre en el plano ideal y las materializa, las realiza modelando la realidad, guiando la acción hacia un resultado operativo factible. La consolidación del dominio de la racionalidad pragmático-instrumental significa que el viejo modelo de ciencia contemplativa y discursiva (el llamado paradigma *logocéntrico*) ha cedido su puesto a una actividad social que se propone modelar, diseñar, producir, manipular los objetos del mundo y descubrir posibilidades operativas.

El intento de comprender las repercusiones de esta racionalidad tecnocientífica ha sido uno de los principales temas de la tradición humanística de la filosofía de la tecnología.<sup>17</sup> El surgimiento de esta nueva racionalidad representa una revolución histórica en las prácticas científicas y tecnológicas que tiene que comprenderse en dos dimensiones: la de la continuidad epistémico-metodológica y la de la revolución pragmática. Desde la primera perspectiva (que suele ser la más común), lo que realiza la tecnociencia es lo mismo que lo que hacían los primeros seres humanos que habitaron la Tierra: conocer y transformar el medio natural para adaptarlo a sus fines. La tecnociencia seguiría siendo aquella “reforma que el hombre impone a la naturaleza en vista de la satisfacción de sus necesidades”, como definió Ortega y Gasset a toda operación técnica.<sup>18</sup> No

<sup>16</sup> Véase Fernando Broncano, ed., *Nuevas meditaciones sobre la técnica*.

<sup>17</sup> La tradición humanística ha planteado como fundamento del mundo tecnológico diversas hipótesis para comprenderlo: la “razón instrumental” (Horkheimer), lo “Ge-stell” (Heidegger), la “autonomía” y “autocrecimiento” del sistema técnico (Ellul) o la “razón de fuerza mayor” (Nicol). Estas concepciones sobre el sentido último de la tecnología constituyen, a nuestro juicio, elementos fundamentales para una ética del mundo tecnológico, pues de otro modo no es posible traspasar el ámbito óptico de los objetos técnicos y comprender su racionalidad y sus fines.

<sup>18</sup> Para Ortega y Gasset, la vida implica un enfrentamiento constante con la realidad concreta, consiste en encontrarse en una determinada *circunstancia* y

obstante, la tecnología y la tecnociencia contemporáneas son distintas a toda otra forma de técnica y de ciencia habidas en la historia, porque han conformado un modo de racionalidad pragmática universal que alteró las condiciones materiales más o menos estables en que se desarrolló la existencia humana, y que se ha convertido en el horizonte fundamental y totalizador que media ahora entre la humanidad y la naturaleza.

Lo que distingue a esta racionalidad es la búsqueda incesante de la mayor *eficacia operativa* para poner a disposición del sujeto un sistema de artefactos que medie entre él y el mundo, y que lo conduzca por el camino más rápido y eficaz a la consecución de un objetivo pragmático. Ahora bien, la finalidad última de tal eficacia es obtener la máxima “disponibilidad” de esos artefactos y de los objetos de transformación; es decir, el objetivo consiste en lograr *emplazar a la naturaleza* como objeto de disposición. El mundo de lo “a-la-mano” (como lo describió Heidegger), el mundo tecnológico, pone a disposición todo ente como objeto de transformación y manipulación. Esta *disponibilidad universal* señala el fin pragmático general y ordena los medios para que los sujetos los pongan en acción.<sup>19</sup>

Pero esta disponibilidad no deja inmune al mundo, convierte la naturaleza en *materia prima* y al sujeto en el trabajador destinado y compelido a descubrir y a *utilizar* las finalidades pragmáticas. De este modo, la *disponibilidad* buscada por la razón tecnológica transforma la imagen que el sujeto se hace del mundo, y lo conduce hacia un modo de vida centrado en los fines pragmáticos. Además, el sujeto no queda fuera de la disponibilidad técnica; él mismo se

estar siempre haciendo algo para sostenerse en ella. La técnica está ligada, necesariamente, a esta realidad inmediata. Véase José Ortega y Gasset, *Meditación de la técnica y otros ensayos sobre ciencia y filosofía*.

<sup>19</sup> Así aparece, pongamos por caso un ejemplo muy simple, el martillo, los clavos y la madera *disponibles* para que alguien los utilice para diseñar y construir un artefacto que sea útil. Intercambiamos madera, clavos y martillo por genes, ADN recombinante, vectores y laboratorios de biotecnología y tenemos una tecnociencia de vanguardia, la denominada ingeniería genética.

convierte en objeto de transformación. En el mundo tecnológico los seres humanos quedan reducidos a objetos disponibles: mano de obra, "recurso humano", opinión pública, sociedad de masas, votantes, consumidores, etcétera.

Así pues, el *fin constituyente* de la racionalidad tecnocientífica es la eficacia operativa: la producción y utilización de *artefactos*<sup>20</sup> disponibles para transformar el mundo. La operatividad significa que la naturaleza entera puede ser objeto de intervención directa y efectiva, confirmando la realización de posibilidades tecnológicas.

*El progreso ilimitado como motor interno  
de la racionalidad tecnocientífica*

La eficacia tiende a manifestarse en lo que se ha denominado "imperativo tecnológico":<sup>21</sup> *hágase todo lo que sea tecnológicamente posible*. Los agentes tecnocientíficos confían en que lo que hoy no es factible se realizará en el futuro gracias al progreso tecnológico. Este "imperativo tecnológico" implica que todo lo que puede realizarse técnicamente está justificado por los fines y beneficios pragmáticos inmediatos, independientemente de los riesgos inherentes.

<sup>20</sup> Por "artefacto" entiendo un objeto artificial o fabricado mediante la transformación de materiales y procesos naturales. Los artefactos pueden ser objetos materiales o informáticos, lo decisivo es que son *producidos* y tienen una *finalidad pragmática*: se usan para producir otros artefactos, para intervenir en el mundo y para transformarlo. Un martillo, un automóvil, una computadora son artefactos, pero también lo son los transgénicos, los *softwares*, los sistemas de administración, una fábrica entera, un hospital o el sistema educativo de un país.

<sup>21</sup> El "imperativo tecnológico" es un concepto que aparece, con diferentes denominaciones, en la filosofía de la tecnología. Este término designa la estructura de acción que conmina al hombre a desarrollar los medios tecnológicos y a apreciar los fines pragmáticos por encima de otros fines vitales. Lo paradójico de este imperativo es que, si bien depende de la acción intencional, no emana de la autonomía y de una libre elección racional; al contrario, es un imperativo de acción que socava la autonomía ética de la humanidad, que reduce la razón a cálculo de los medios e instrumentos para fines que surgen del encadenamiento de las tecnologías. No es un imperativo que la razón se da a sí misma, a la manera kantiana, es un imperativo que ha instrumentalizado a la razón práctica.

La racionalidad dominante en el mundo tecnológico supone además que la realidad natural (incluida la humana) está en un flujo evolutivo, que no tiene consistencia y estructura fija; todo es para ella *técnicamente* posible porque la plasticidad de la materia y la vida lo permite. El imperativo tecnológico ha dado lugar a las concepciones deterministas del desarrollo tecnocientífico, tanto las “tecnocientistas” que auguran un paraíso de la tecnología total, como las “tecnopesimistas” que ven el fracaso irremediable de toda intervención ético-política en el mundo tecnológico.

Ahora bien, el imperativo tecnológico no sería inexorable si la razón humana interviniera para detenerlo o ralentizarlo. Pero el desarrollo tecnológico parece haber alcanzado un estado casi automático (como señalaron Hans Jonas y Jacques Ellul), en el que cada nuevo logro implica ya la necesidad de dar un siguiente paso. Cada aplicación e innovación que se integra en el mundo se convierte en una nueva necesidad social mediante la presión del “imperativo tecnológico”. Si no es una nación o un grupo tecnocientífico, será otro el que desarrolle el siguiente paso, en una escalada que, por el momento, no tiene límites naturales ni sociales.

Aunque podemos matizar la idea del “imperativo” para evitar los determinismos, debemos reparar en que esta expresión señala un hecho innegable: que los criterios emanados de la racionalidad tecnocientífica (la búsqueda de la mayor eficacia posible) predominan y tienden a delimitar las formas de comprensión de la realidad y las modalidades de acción social. Quizá sea más una inercia que el resultado de un acuerdo social para impulsar el poder tecnológico; pero éste crece sistemáticamente como por un impulso propio. No obstante, ese despliegue no es inexorable, ya que no se produce sin la intervención de diversos factores sociales, a veces azarosos, y depende de las acciones intencionales de los agentes tecnocientíficos.

El predominio del imperativo tecnológico se apoya en el hecho de que la tecnología es justamente un *poder de acción en el mundo*. Este aspecto nos conduce al problema del proceso de autonomización de la racionalidad tecnológica, que analizaremos más adelante.

Un rasgo esencial que destaca de la tecnología contemporánea es su capacidad de expansión y de concatenación progresiva entre las diversas ramas de actividades tecnocientíficas. Desde luego, este proceso evolutivo —acelerado en los últimos años— está condicionado por las circunstancias sociales, económicas, políticas y científicas, en suma, por determinados factores culturales. Sin embargo, la capacidad de autogrecimiento es inherente a la racionalidad pragmático-tecnológica, pues resulta como una derivación de la persecución de su objetivo central: obtener la máxima eficacia y eficiencia posibles en sus intervenciones en el mundo. Como lo describe Jacques Ellul,<sup>22</sup> el sistema del mundo tecnológico *necesita* crecer y expandirse para obtener mayor eficacia. Ahora bien, este poder expansivo se ha incrementado en la medida en que la racionalidad tecnocientífica se ha vuelto predominante y se ha convertido en una necesidad social o, como lo concibe Nicol,<sup>23</sup> en una *razón de fuerza mayor*. Ya no es optativo utilizar esta forma de conocimiento y de acción en el mundo, es una *necesidad ineludible*. Además, la racionalidad tecnocientífica tiende a desplazar otras modalidades de vinculación con la realidad, las desarticula por improductivas al imponer en el medio cultural la utilidad pragmática como valor central.

En última instancia, una causa fundamental del progreso incesante del poder tecnológico proviene de la ilimitada posibilidad de reconfiguración y transformación de la naturaleza misma. Mucho se ha discutido sobre cuáles son los factores causales del progreso tecnológico.<sup>24</sup> Se ha argumentado que reside en el aumento creciente de la población humana —y por ende, de sus necesidades—, o bien en la competencia entre capitales (motivado por el afán de lucro), o bien en una implacable voluntad de poder que sostiene a la civilización occidental.<sup>25</sup> Como ha observado Hans Jonas, todas

<sup>22</sup> Véase capítulo sobre Ellul.

<sup>23</sup> Véase capítulo sobre Nicol.

<sup>24</sup> Véase George Basalla, *La evolución de la tecnología*; F. Broncano, *Mundos artificiales. Filosofía del cambio tecnológico*; Jon Elster, *El cambio tecnológico. Investigación sobre la racionalidad y la transformación social*.

<sup>25</sup> Véase J. Elster, *op. cit.*

las causas que se arguyan para explicar la dinámica irrefrenable de la tecnociencia contemporánea suponen que el progreso tecnológico no tiene *límites físicos* y que no posee un fin predeterminado por la evolución natural o la historia humana. Es decir, la naturaleza se muestra ante la sociedad tecnológica como una totalidad abierta, de leyes complejas y dinámicas, pero sin finalidad intrínseca. Así, la condición ontológico-epistemológica del progreso tecnológico es esa imagen de maleabilidad total de la naturaleza, que la ciencia y la tecnociencia contemporáneas han construido; las otras causas y circunstancias sociales, económicas, políticas, militares o psicológicas, igualmente necesarias, están en función de la primera. Todas esas causas dependen, pues, de que la naturaleza se muestre ante la razón tecnocientífica como potencialmente transformable y reconfigurable en una suerte de *disponibilidad ontológica total*.<sup>26</sup>

La idea de la disponibilidad ilimitada de la naturaleza fue en parte preformada por las reducciones conceptuales de la ciencia moderna.<sup>27</sup> Esa ilimitada posibilidad de reconfigurar y transformar las cosas naturales, y de sujetar el mundo a la intencionalidad tecnológica, constituye ahora la base de un impulso común de verdadera *voluntad de poder tecnológico*. Por ello, la naturaleza entera se convierte en el objeto de esa voluntad de transformación que actúa de modo colectivo, cada vez más uniforme en los fines pragmáticos, subordinando otros fines individuales al objetivo general: la disponibilidad absoluta de la realidad. Éste es el impulso de desa-

<sup>26</sup> García Bacca desarrolla la idea de la “explosividad” de la naturaleza como fundamento de la técnica moderna. Véase J. David García Bacca, *Elogio de la técnica*. El descubrimiento de la *disponibilidad* de la naturaleza para ser objeto de transformación se ha producido en la época histórica en que los paradigmas de la ciencia han entrado en crisis: la realidad natural no puede ser explicada cabalmente y de manera consistente por la ciencia, y sin embargo, la sociedad contemporánea descubre y constata con cada innovación que esa realidad incomprensible e inexplicable “se deja” fácilmente manipular, transformar y reconfigurar. La vocación teórica de la razón humana parece ensombrecerse ante la tentación pragmática de alterar esa realidad compleja, multiforme y dinámica.

<sup>27</sup> Véase la explicación sobre objetivismo cientificista en Edmund Husserl, *La crisis de las ciencias europeas y la fenomenología trascendental*, cap. II.

rollo que palpita en el *imperativo tecnológico*: incrementar la eficacia y la eficiencia, conseguir el mayor poder de control y de transformación del mundo, avanzar hacia la instrumentalización de todas las cosas, incluido el ser humano mismo. Dicho impulso de aut crecimiento y expansión en que se funda esa voluntad de poder tecnológico convirtió al ser humano en el operario, el ejecutor, e incluso en un objeto más disponible para la transformación tecnológica.<sup>28</sup>

Lo que caracteriza a la tecnología moderna es, por tanto, su capacidad para evolucionar rápidamente mediante el despliegue de una fuerza social de innovación, que se autonomizó con respecto a otros factores culturales, y que ahora ha entrado en conflicto con valores ético-políticos y ecológicos (la seguridad, el control del riesgo, la conservación ambiental, la protección de la autonomía individual, etcétera).

Las innovaciones tecnocientíficas se difunden cada vez con mayor rapidez y por todo el orbe: no existen ya limitaciones culturales ni geográficas para su expansión.<sup>29</sup> Se han creado los medios materiales para la difusión del saber científico y el quehacer tecnocientífico (la Internet como entorno virtual globalizado y el empleo de la informática como *lingua franca* tecnocientífica). El *progreso tecnológico* es un rasgo distintivo de la tecnociencia que parece ya no depender de la voluntad social, sino de un impulso autónomo de aut crecimiento que es el resultado, sin embargo, de los esfuerzos colectivos y del encadenamiento de acciones intencionales, deseos y aspiraciones de la sociedad contemporánea.<sup>30</sup>

<sup>28</sup> Como se vio en el capítulo correspondiente, Heidegger descubrió que el ser humano no puede concebirse a sí mismo como el "amo y señor" de la naturaleza creyendo que controla ese impulso tecnológico, pues dicha voluntad de poder lo ha convertido a él en su principal objeto.

<sup>29</sup> Véase al respecto el capítulo sobre Ellul.

<sup>30</sup> Podríamos encontrar varios ejemplos de tecnologías que no evolucionan rápidamente o que están condicionadas por factores culturales, a tal punto que las innovaciones tecnológicas hayan sido rechazadas por alguna comunidad por razones no técnicas. Pero estos ejemplos son las excepciones que confirman la tendencia general del progreso tecnológico.

Ahora bien, el progreso ilimitado de la tecnociencia también se explica por el carácter sistémico del mundo tecnológico. Como lo señaló Ellul, la tecnología actual debe ser comprendida como un *sistema* en expansión que incrementa su eficacia en la medida en que se encadenan sus diversos subsistemas tecnológicos. Cada innovación se difunde por todo el mundo y se convierte en una nueva necesidad social, abre nuevas posibilidades, y esos nuevos medios perfilan nuevos fines. Los fines y los medios no están en equilibrio, el surgimiento de nuevos fines puede ser incluso accidental.

La sistematicidad del mundo tecnológico refuerza tanto la necesidad de expansión como el autodesarrollo. Los sistemas técnicos, por simples que sean —en apariencia— están conectados e intercomunicados con una gran red global formada por todos los macrosistemas tecnológicos alrededor del mundo entero (principalmente, de energía, transporte, producción manufacturera y comunicación). Es en esta gran escala tecnológica en donde podemos observar los mayores y más problemáticos efectos para la naturaleza y la sociedad.

El mundo tecnológico es, pues, una unidad autorregulada compuesta de múltiples subsistemas técnicos interrelacionados, en expansión creciente y con capacidad de actuar de manera autónoma, pero ello no quiere decir que dicha autonomía sea absoluta, pues entonces el sistema tecnológico sería idéntico al sistema social. El mundo tecnológico coexiste con otros sistemas que actúan en la sociedad: el político, el científico, el económico, el ético, el artístico-estético.

### *El problema de la autonomía de la tecnociencia*

La racionalidad tecnológica se ha constituido como una *razón de poder*. El impulso de poder tecnológico se despliega mediante una reducción ontológica de la naturaleza y del sujeto humano: toda entidad aparece como objeto transformable y convertible en artefacto, todos los fines del sujeto tienden a subordinarse a las acciones pragmático-tecnológicas.



Por otro lado, los rasgos generales que hemos señalado: la eficacia operativa como fin constituyente, el progreso ilimitado y la voluntad de poder tecnológico sobre el mundo, se han realizado y vinculado gracias a un proceso de creciente autonomía de la actividad tecnológica con respecto al resto de los sistemas sociales, la cultura y los valores ético-políticos de la sociedad contemporánea, así como a un paralelo declive de su conciencia y responsabilidad colectiva.

El triunfo de la racionalidad tecnocientífica como paradigma predominante ha significado la creciente *autonomización* del poder tecnológico. Ello ha sido posible a lo largo de un proceso por el cual el conjunto de la sociedad ha concedido el puesto de mayor relevancia a la actividad tecnológica y tecnocientífica. Desde la Modernidad inició la revaloración de la técnica como transformación de la naturaleza, en el ideal baconiano de la fusión entre conocimiento y poder para el beneficio de la humanidad. Posteriormente, esta revaloración se convirtió en un verdadero *programa de acción* que acabó consolidándose con la subordinación del conocimiento científico al desarrollo tecnológico. La tecnología conquistó la cultura contemporánea gracias a que *demuestra* su capacidad operativa y *ostenta* su poder.

Por otro lado, como lo ha postulado Ramón Queraltó,<sup>31</sup> el triunfo definitivo de la racionalidad tecnocientífica en nuestra civilización se ha debido también al fracaso del propio proyecto de la razón científica moderna, que buscaba construir una imagen racional de la realidad completamente abarcadora. Ese proyecto no se ha realizado y ahora tenemos una visión fragmentaria del mundo. La racionalidad tecnológica ganó la batalla ideológica al derrumbarse la confianza del sujeto moderno en los alcances epistémicos del conocimiento científico. El fracaso de este gran proyecto de saber teórico-científico reforzó el creciente interés de la sociedad moderna por el *poder tecnológico*; en otras palabras: si no éramos capaces de comprender cabalmente el mundo mediante nuestras teo-

<sup>31</sup> Véase Ramón Queraltó, *Ética, tecnología y valores en la sociedad global. El caballo de Troya al revés*, cap. III.

rías científicas, por lo menos seríamos entonces capaces de transformarlo, de reconstruirlo, pero también de destruirlo. Al respecto vale la pena citar a Queralto:

[...] la racionalidad tecnológica deviene finalmente una voluntad de poder. Rota la razón teórica, perdida su unidad construida por el pensamiento moderno, con una ciencia plagada de soberbios "fragmentos" cognoscitivos pero aislados los unos de los otros, sin ningún horizonte epistemológico claro de convergencia entre los distintos campos del conocimiento, ¿qué es lo que todavía se puede intentar? [...] la adaptación más perfecta del mundo al hombre mediante su transformación y su manipulación ya que poseemos los instrumentos necesarios y suficientes para tal fin. La tarea del hombre es entonces voluntad de poder sobre la realidad. [...] En suma, estamos pasando, quizás lo hayamos hecho ya, de la teoreticidad a la pragmatidad como actitud *principal* del hombre hacia el mundo. Después de tantos siglos en los que la vertiente teórica ha ocupado el puesto basilar, ahora parece dejar su posición privilegiada a la pragmatidad entendida como mediación fundamental entre el hombre y la realidad.<sup>32</sup>

Así pues, la actividad técnica se ha convertido en una tarea de primer orden e importancia; de haber sido simple medio para los fines humanos se ha convertido en una *finalidad en sí misma* a la que el ser humano rinde tributo y entrega gran parte de su energía vital. La tecnología actual ha desbordado los límites de las antiguas técnicas y ahora parece poseer atributos singulares que la convierten en una fuerza capaz de realizar utopías paradisiacas o catástrofes apocalípticas; en ambos casos, lo distintivo es el descomunal poder que tiene para proyectar nuestra imagen del futuro. Nuestro destino parece estar ligado indefectiblemente al poder tecnológico.

De este modo, como ya lo señalábamos desde la introducción de este trabajo, podemos validar la hipótesis de una autonomía

<sup>32</sup> *Ibid.*, pp. 151-153.

relativa de la tecnociencia y del mundo tecnológico. Sin embargo, a pesar de su fortaleza y unidad, es posible la modificación del rumbo de su evolución y, ante todo, el control y regulación social de sus efectos más problemáticos y perniciosos.

#### RASGOS ESENCIALES DEL MUNDO TECNOLÓGICO

##### *El mundo tecnológico como sistema de sistemas técnicos*

El fenómeno tecnológico contemporáneo posee un carácter multifacético y de alta complejidad. Como lo advertía Carl Mitcham, la tecnología aparece en el mundo simultáneamente como *objeto técnico* (artefactos, utensilios, instrumentos, herramientas, máquinas, etc.), como *forma de conocimiento* (como proceso continuo de investigación e innovación tecnocientífica mediado por artefactos), como *actividad especializada* (prácticamente en todos los campos de la acción individual y colectiva, mediada también por instrumentos y conocimientos tecnocientíficos),<sup>33</sup> y como conjunto de *finés* intencionales de una *voluntad colectiva de dominación y control* (que se manifiesta en los proyectos, diseños y valoraciones tecnocientíficos, y que constituyen la “cultura tecnológica” contemporánea).<sup>34</sup> Estas modalidades están vinculadas por una racionalidad común, la *racionalidad pragmático-tecnológica* que ya hemos analizado.

Sin embargo, habitualmente pensamos la tecnología solamente como objeto o instrumento “a-la-mano” que podemos controlar

<sup>33</sup> Las acciones técnicas básicas son: inventar, diseñar, simular o modelar, construir o fabricar, manufacturar, operar, mantener, supervisar o monitorear, reparar, corregir, controlar, etcétera. Lo distintivo del fenómeno tecnológico contemporáneo es el predominio de las formas técnicas de actividad en todos los campos de la acción humana, que están orientadas por los fines de eficiencia y control.

<sup>34</sup> Sobre esta distinción de las formas de manifestación de la tecnología, véase Carl Mitcham, *Thinking through Technology. The Path between Engineering and Philosophy*.

y usar a voluntad, y no como una nueva modalidad predominante de racionalidad. Pero la tecnología en tanto artefacto concreto no es, por lo general, el núcleo en que se revela el problema de los fines y los valores que determinan las acciones tecnológicas, sino precisamente el lugar en el que *se ocultan*. Ante los instrumentos y dispositivos del mundo tecnológico, los fines parecen claros y explícitos en la inmediatez de las acciones pragmáticas.<sup>35</sup> Según la concepción *instrumentalista* y *antropocéntrica*, los buenos resultados de una tecnología dependerían de la finalidad que el sujeto confiera a sus herramientas. Pero dicha concepción supone que el sujeto puede controlar siempre el instrumento y determinar su fin, y que la técnica no es más que un *medio para hacer algo*. Uno de los objetivos primordiales de una ética para el mundo tecnológico consiste en desconstruir esta representación instrumental para mostrar sus limitaciones.

La ética del mundo tecnológico se propone comprender las realizaciones tecnocientíficas en el marco de un *sistema global* en el que se expresan esas diversas facetas de la tecnología. Ante esta dimensión sistémica (*no instrumental*), que no es evidente en los objetos y sistemas técnicos concretos, la filosofía se enfrenta al desafío de discernir cuál es el sentido del mundo tecnológico, es decir, esclarecer la finalidad del despliegue de una voluntad de poder que conmina al ser humano a realizar y desarrollar todo lo técnicamente posible.

Así pues, es preciso delimitar cuáles son los rasgos esenciales y las propiedades emergentes del sistema del mundo tecnológico, pues estos conceptos constituyen la base para el cuestionamiento

<sup>35</sup> La comprensión habitual del mundo tecnológico no suele pasar de la concepción "instrumental". Trasladamos este primer entorno familiar de los instrumentos y lo extendemos al mundo entero de los complejos macrosistemas tecnológicos creyendo, como sostiene Langdon Winner, que las tecnologías complejas se "empuñan" como cualquier herramienta, como si, por ejemplo, usar taladros y espadas fuera lo mismo que usar demolidoras y misiles. Por su complejidad sistémica, la tecnología contemporánea no es un objeto que se empuña para *usarse*, tal como usamos el objeto técnico "a-la-mano". Cf. Langdon Winner, *Tecnología autónoma: la técnica incontrolada como objeto del pensamiento político*.

ético. He de señalar que esta concepción ontológica no *reifica* las tecnologías concretas y las eleva al grado de una entidad autónoma o separada del mundo empírico. Pero los rasgos esenciales del mundo tecnológico no se identifican con cada una de las tecnologías en particular, ya que son propiedades emergentes del sistema en su conjunto. Por ello, la crítica ética del mundo tecnológico no puede efectuarse sólo mediante la evaluación singular de cada tecnología, caso por caso, puesto que las propiedades y consecuencias más problemáticas corresponden al sistema más que a cada una de las tecnologías.

Hemos dicho que la sistematicidad es una cualidad inherente al mundo tecnológico. Si analizamos las relaciones entre los objetos técnicos, los sujetos y el ambiente, se revela que los primeros han alcanzado un grado de integración mayor con los agentes humanos y los elementos simbólicos de la cultura en la que se insertan. Los *objetos técnicos*<sup>36</sup> se han convertido en una *mediación universal* de las relaciones epistémicas, axiológicas y pragmáticas entre el ser humano y el mundo.

Los objetos técnicos no son *efectivamente* útiles si no entran en relación con sujetos que poseen determinadas intenciones y fines pragmáticos, es decir, si los sujetos no los emplean interpretando su finalidad; pero los sujetos no permanecen inmunes a la relación

<sup>36</sup> Por *objeto técnico* entiendo un *artefacto* o producto artificial. Los objetos técnicos son muy diversos: herramientas, utensilios, instrumentos, vehículos y máquinas (simples, complejas y automáticas); aparatos y estructuras, edificaciones, ropa, accesorios, juguetes, etcétera; también son artefactos *semiartificiales* los organismos modificados genéticamente, los posibles *cyborgs* u organismos biónicos, así como los embriones que se usan para investigación. Asimismo, son objetos técnicos (no materiales) los sistemas sociales conectados con los artefactos. Incluso algunos objetos naturales son artefactuales: por ejemplo, los jardines y parques que "adornan" las ciudades, en los que habitan especies vegetales que no coexisten en un hábitat natural. Los productos de las acciones tecnológicas también son *artefactuales*, pues resultan ser sucesos o fenómenos *artificiales* (aunque estén implicados en fenómenos naturales), o bien pueden constituir nuevos artefactos concretos o modificaciones de las relaciones en un sistema dado (la sociedad entera, el ambiente, el sistema de salud, el sistema económico-financiero, laboral, político, científico, etcétera).

con los objetos técnicos, pues éstos envuelven literalmente su entorno y los disponen a actuar con una intencionalidad pragmática. El concepto de *sistema técnico*, acuñado por Quintanilla,<sup>37</sup> describe la unidad pragmática entre objetos técnicos y sujetos: un *sistema técnico* es una unidad de acciones intencionales en los que participan artefactos o dispositivos técnicos<sup>38</sup> y agentes humanos, y está orientado a obtener un resultado pragmático de forma eficaz (transformación, producción, manipulación, etcétera) sobre un objeto o proceso, que se considera de utilidad o de valor social.

Un sistema técnico puede ser simple como el que compone una lavadora, el detergente, la ropa sucia, la instalación hidráulica de una casa o establecimiento, el suministro eléctrico y el operario; o bien tan complejo como un hospital, un aeropuerto, una universidad, una ciudad entera con todos sus subsistemas (energía eléctrica, sistema hidráulico y de drenaje, transporte y tráfico, recolección y tratamiento de basura, policía, servicios de salud y de emergencias, etcétera). Pero los *sistemas técnicos*, sean simples o complejos, están conectados a un sistema global de acciones tecnológicas, muchas de las cuales trascienden las intenciones, los conocimientos y los deseos de los agentes.

Los sistemas técnicos de gran alcance o extendidos globalmente podrían ser denominados *macrosistemas tecnológicos* pues al describirlos encontraríamos cualidades isomórficas con el mundo tecnológico en su totalidad: relativa autonomía, integración y encadenamiento progresivo entre sus componentes y con otros sistemas, alcances

<sup>37</sup> Empleo el concepto de "sistema técnico" que ha sido desarrollado por M. Á. Quintanilla en *Tecnología: un enfoque filosófico*.

<sup>38</sup> Los *dispositivos técnicos* son conjuntos integrados de artefactos cuya interacción con el entorno se da como una unidad y no por cada parte por separado. Por ejemplo, en un nivel simple, el dispositivo formado por una computadora y sus periféricos (impresora, escáner, cámara digital, etcétera), configurado de acuerdo con los fines a que está destinado, o bien un dispositivo muy complejo como el que conforman la industria automotriz, la industria petrolera y petroquímica, las aseguradoras, los servicios urbanos, la policía, las clínicas de rehabilitación por traumatismos, es decir, toda una red de subsistemas tecnológicos que hacen posible que un automóvil sea un artefacto *útil*.

espaciotemporales extendidos, imprevisibilidad y ambivalencia de sus efectos, intencionales o no, etcétera.

Ahora bien, podemos distinguir diversas modalidades de sistemas técnicos, de acuerdo con diferentes niveles de interacción entre los agentes humanos y los objetos técnicos. Para ello, me baso en los análisis fenomenológicos de Don Ihde.<sup>39</sup> Las siguientes tres modalidades, si bien se han desarrollado en distintos momentos de la evolución tecnológica, actualmente coexisten y se interrelacionan en el mundo tecnológico:

1. El objeto técnico es un medio *exterior* para el conocimiento y la intervención en el mundo; el objeto es un instrumento “a-la-mano”, tal como lo concibe el sentido común, que es instrumentalista. Por medio del uso continuo y del hábito, el objeto técnico se convierte en una extensión del cuerpo humano integrándose a las acciones intencionales del sujeto: el objeto técnico llega a “incorporarse” en el sujeto constituyendo así una unidad de acción; el objeto técnico se “disuelve” y se “oculta” en este continuo de acción tecnológica, aunque en el objeto permanezca siempre un remanente “artificial”, quizá mecánico y externo a la organicidad del sujeto. La *tecnicidad* de los objetos técnicos (es decir, el carácter de ser objetos artificiales con una finalidad pragmática) se realiza en la medida en que dichos objetos se incorporan a los fines, intenciones y acciones subjetivas, pero también en la medida en que los sujetos aprenden a ver y a actuar en el mundo dependiendo de los objetos técnicos. Ihde expresa esta modalidad de sistema técnico con la fórmula:

{SUJETO-OBJETO TÉCNICO} – MUNDO

En esta modalidad de sistema técnico, en la que el objeto ha quedado incorporado, el sujeto tiene el control del objeto y puede modificar el resultado de la actividad.<sup>40</sup>

<sup>39</sup> Véase Don Ihde, *Technics and Praxis* y *Technology and the Lifeworld: from Garden to Earth*.

<sup>40</sup> Cf. capítulo sobre Heidegger.

2. El objeto técnico aparece como un “enigma” que debe ser descifrado mediante un proceso “hermenéutico” que el sujeto despliega para comprender las finalidades pragmáticas. Así, el mundo está poblado de artefactos y dispositivos técnicos que tenemos que conocer, interpretar y aprender a manejar. Aunque mediante el aprendizaje y la experiencia adquirida se llegue a “dominar” al objeto técnico, en esta modalidad de relación el objeto no puede *ser incorporado* al sujeto, por lo que el control y la capacidad de modificar los resultados de la acción se ven limitados.<sup>41</sup> La fórmula de esta modalidad de sistema técnico es:

SUJETO – {OBJETO TÉCNICO-MUNDO}

y se caracteriza por la relación “hermenéutica” que el sujeto debe desplegar para poder usar eficientemente objetos y dispositivos técnicos más complejos.<sup>42</sup> La capacidad de modificar los efectos de

<sup>41</sup> Un ejemplo de la diferencia entre los dos niveles podría ser la que existe entre manejar una bicicleta y pilotar un avión. En el primer caso, el usuario experto puede controlar y dominar el artefacto hasta incorporarlo como si fuera una extensión de su cuerpo. En cambio, el más experto de los pilotos puede dominar el avión, pero no puede controlar todos los factores que intervienen en su uso, no puede “incorporarlo”, pues sobrepasa las dimensiones de su corporalidad. La capacidad de control y de modificación de los resultados de la acción es limitada, ésta es la razón obvia de por qué el riesgo potencial es mucho mayor al pilotar un avión que al montar en bicicleta. Sin embargo, para pilotar se requiere mucho entrenamiento y un cúmulo mucho mayor de conocimientos, mientras que conducir una bicicleta no precisa de tantas previsiones, y por ello, en la práctica podría ser más seguro pilotar un avión que conducir una bicicleta, sobre todo si atendemos a las circunstancias en las que se operan estos dos vehículos. No obstante, de producirse un accidente con estos artefactos es obvio que no hay comparación entre los daños y el peligro de muerte de uno y otro dispositivo técnico.

<sup>42</sup> Piénsese, otra vez, en la diferencia que existe entre conducir una bicicleta y pilotar un avión. El primer caso es el ejemplo típico de la “incorporación”, a veces, literal *encarnación* del objeto técnico en el sujeto; éste y la bicicleta se funden en una unidad de acción. En el segundo caso, pilotar un avión requiere de una complicada interpretación y lectura de la instrumentación del aparato, conocimientos para descifrar los datos abstractos que el tablero del avión presenta, así como una serie de conocimientos científicos para “leer” el contexto en



este sistema técnico está mucho más restringida. El sujeto pierde de vista algunos de los efectos que son inherentes al sistema de acciones.

3. El objeto técnico está inmerso en una red interconectada de sistemas técnicos. Esta red *no es un objeto técnico*; el sujeto no puede controlar y modificar fácilmente la estructura de las relaciones que lo componen, por lo que el sistema en conjunto de los objetos técnicos no puede incorporarse a la actividad del sujeto, pues ha rebasado las dimensiones espacio-temporales de la corporalidad humana, así como sus capacidades cognitivas y operativas. En el *mundo tecnológico* el sujeto tampoco está aislado, sino ligado a un entramado de acciones, valores y decisiones de otros agentes que se entrelazan en las operaciones tecnológicas, y que componen una especie de *sujeto colectivo* un tanto inconsciente de sus acciones. Este ámbito es el más concreto de los tres niveles, dado que en el sistema interactúan todos los objetos técnicos y todos los sujetos; pero es una dimensión que sobrepasa de ordinario la capacidad cognitiva del individuo. De este modo, relacionarse con el mundo de los objetos técnicos, entrar en la cadena de acciones tecnológicas significa adentrarse en una complejidad sistémica, en la que las acciones se interconectan y los efectos de cada operación se relacionan con otras operaciones. Esta red deviene en *medio universal* de relación con el mundo, es decir, éste se revela como un *mundo de objetos y sistemas técnicos interconectados* con los que el individuo convive e interactúa. El sujeto se integra en esa mundanidad como un componente constitutivo y no posee habitualmente una conciencia adecuada del entramado de interacciones, sólo vislumbra una pequeña parte, la que corresponde a sus propios fines intencionales. Su fórmula:

el que funciona el aparato (clima, gravedad, condiciones geográficas, etcétera). Todos estos conocimientos y "lecturas" del entorno hacen mucho más complejo pilotar que andar en bicicleta. La interpretación de objetos técnicos sofisticados es más cognitiva que corporal, el avión no se adecua a las dimensiones espacio-temporales del cuerpo, como la bicicleta; y el sujeto que "utiliza" este complejo artefacto tiene que hacerlo a través de un marco hermenéutico preciso para lograr un uso eficiente del objeto.

## {SUJETO – MUNDO DE OBJETOS TÉCNICOS}

Así pues, el mundo tecnológico no consiste simplemente en una colección de artefactos y dispositivos técnicos aislados y que mantienen su carácter abstracto. Es más bien un *sistema*<sup>43</sup> *integrado*, cada vez mejor y más complejamente integrado, de objetos técnicos que interactúan con los sujetos y sus intenciones y finalidades. Es, por tanto, un sistema complejo de interrelaciones que rige el modo en que se vinculan artefactos, conocimientos, valores y acciones intencionales de los agentes humanos.

El mundo tecnológico es nuestro *entorno primario*, pues envuelve y mediatiza nuestras relaciones e interacciones con la naturaleza y con la sociedad. Prácticamente todas las formas de relación intersubjetiva están ya mediatizadas por sistemas tecnológicos.<sup>44</sup> Si bien el mundo tecnológico no es un sistema *único* (aún subsisten otros sistemas por medio de los cuales el ser humano se relaciona con el ambiente: el simbólico-cultural, el artístico, el sistema político-jurídico, el sistema de valores éticos), la *mundanidad tecnológica* y su particular racionalidad se hacen cada vez más omnipresentes y omnipotentes, totalizadoras y abarcadoras. Las variadas modalidades de relación con la realidad parecen haberse reducido a la modalidad de la racionalidad tecnocientífica que rige el mundo tecnológico.

<sup>43</sup> Por *sistema* entiendo, con base en las definiciones clásicas, una totalidad compuesta por elementos y las interacciones y relaciones entre éstos, en la que dichas relaciones son más determinantes que los elementos por separado para la cohesión y la unidad del sistema. Así, la totalidad sistémica es irreductible a la suma de sus elementos. Las relaciones de interdependencia entre los elementos y entre éstos y el sistema se rigen por una racionalidad común.

<sup>44</sup> Las tecnologías de la información, las de telecomunicaciones, realidad virtual, las neurociencias, la farmacología que están modificando las relaciones sociales, la comunicación, el significado de la salud, la enfermedad, la muerte, la reproducción, el bienestar o el placer, y las características de las capacidades cognitivas y afectivas de los individuos. Véase Norbert Bilbeny, *La revolución en la ética. Hábitos y creencias en la sociedad digital*; Manuel Castells, *La era de la información*, y J. Echeverría, *Telópolis*.

El mundo tecnológico configura las condiciones de la experiencia: la forma en que nos representamos el mundo, la forma en que actuamos en él y los criterios que usamos para valorarlo. Es, como decía Günther Anders, una *matriz* de la acción humana. La técnica premoderna, a diferencia del sistema tecnológico actual, no integraba un mundo de objetos y sistemas técnicos, por lo que no tenía el alcance para modificar y manipular con tal eficacia operativa y con autonomía la naturaleza y el entorno social. En cambio, el mundo tecnológico de nuestros tiempos es una nueva modalidad de mundanidad global y universal, regida por la racionalidad tecnocientífica.

Ahora bien, estas manifestaciones ópticas del mundo tecnológico tienen un fundamento ontológico, es decir, un principio integrador que reside en la racionalidad pragmático-tecnológica que hemos analizado. Si no concebimos esta racionalidad como principio integrador, entonces sólo veremos objetos técnicos aislados y reduciremos el fenómeno tecnológico a *instrumentos* que están a la mano para un fin determinado que nosotros nos representamos en lo inmediato. Es decir, reducimos el fenómeno tecnológico a su dimensión instrumental, *objetual*. Pero si fundamos las manifestaciones ópticas de la tecnología en la racionalidad tecnocientífica podemos observar artefactos, dispositivos y sistemas técnicos encadenados e interactuando con agentes humanos compelidos a cumplir los fines pragmáticos. La hipótesis de la que parte este libro, en conjunción con las tesis de los *anunciadores*, es que sólo si comprendemos el encadenamiento causal de los efectos de las acciones tecnológicas, podremos advertir algunos de los riesgos potenciales que sólo se revelarían a largo o mediano plazo y/o en una escala geográfica global y no local.

Sin embargo, el carácter de *agente* implica que los seres humanos son los únicos elementos del mundo tecnológico que, hasta el momento, pueden modificar intencionalmente su actividad, dado que tienen la singular capacidad de valorar estados de cosas y fenómenos, de acuerdo con su conciencia de los fines y la representación que pueden hacerse de las consecuencias de las acciones tecnológicas. Los agentes humanos pueden reorientar el impulso del

desarrollo tecnológico, pues poseen la facultad de tomar decisiones, de optar entre opciones. No obstante, su limitada capacidad cognitiva para hacerse una imagen del conjunto de las interacciones del mundo tecnológico no les permite conocer con precisión la estructura de dicho sistema, ni prever los riesgos que surgen en él; algunos de los cuales son causados por sus errores al interpretar y manejar los objetos del mundo tecnológico. Pero los agentes intencionales poseen la habilidad ética para imaginarse escenarios futuros, establecer criterios y límites de lo que puede ser racionalmente aceptable como un riesgo, con base en ciertos datos objetivos y conjeturas bien fundadas. Además, como hemos visto, en el mundo tecnológico intervienen diversos agentes, cuyos conocimientos y fines no coinciden y, a veces, se contradicen. Los fines, intenciones y valoraciones de los diseñadores de una tecnología no se compaginan a veces con los de los usuarios, los comercializadores, los supervisores, los políticos o funcionarios. La acción se hace más complicada porque está dividida y colectivizada, por lo que el sujeto colectivo de la tecnociencia actúa sin una clara conciencia de los efectos de sus acciones y con una peligrosa responsabilidad difuminada.

En consecuencia, *el problema ontológico fundamental para la ética radica en la extrema complejidad del mundo tecnológico* (y no en los sistemas técnicos considerados de manera aislada, uno por uno), es decir, en la interacción y encadenamiento causal entre sistemas, y en la no-inmediatez y posible divergencia de los fines intencionales de todos los agentes (individuales y colectivos) que intervienen en las acciones tecnológicas. Es en el sistema global, en la red de interacciones, en la suma de los fines y de los efectos de las acciones tecnológicas en donde reside el núcleo de los problemas éticos más relevantes, y no en las acciones e intenciones particulares que cada sujeto puede realizar (y de las que posee una limitada conciencia) en un determinado sistema técnico.

El efecto de esa creciente complejidad en el mundo tecnológico causa que los individuos y la sociedad entera no posean una representación clara de la concatenación de todos los sistemas técnicos;

es más, aun con el empleo de sofisticados artefactos informáticos es muy dudable que podamos hacernos una imagen completa de todas esas interacciones. La complejidad misma del mundo tecnológico ha traspasado y desafiado nuestras capacidades cognoscitivas y, por ello, los agentes ya no son capaces de representarse los efectos y consecuencias de los sistemas del mundo tecnológico sobre la naturaleza y sobre la sociedad misma.

En consecuencia, para una ética del mundo tecnológico son relevantes estas distinciones porque no son los artefactos, los sistemas o los dispositivos técnicos por sí mismos los que constituyen el núcleo de los conflictos de valores y las consecuencias nocivas, ni se trata de efectuar un juicio ingenuo afirmando que *toda* la tecnología es peligrosa sin más, sino que el sistema global de relaciones entre objetos técnicos y agentes humanos engendra efectos imprevistos de un alcance espacial y temporal que rebasa nuestras capacidades cognitivas habituales. Si todas las tecnologías se mantuvieran en el primer nivel —que describimos unos párrafos atrás—, aquél que se compone de relaciones instrumentales de incorporación de objetos técnicos, los problemas éticos serían mínimos. Ése fue, de hecho, el nivel de complejidad y de integración sujeto-objeto propio de la técnica antigua y premoderna. Pero ese mundo ya no existe. El mundo actual se caracteriza por la integración y la complejidad de relaciones e interacciones entre sujetos y objetos técnicos, y por la concatenación de efectos insospechados. La complejidad ha sido el resultado evolutivo connatural al desarrollo del poder tecnológico y la expansión espacio-temporal de sus efectos. Por ello, el mundo tecnológico de hoy nos obliga a realizar grandes esfuerzos cognitivos para interpretar adecuadamente este entramado de objetos e interacciones tecnológicas; y de hecho, nos ha revelado una nueva dimensión de la realidad, en la imagen de una complejidad multicausal y no lineal, imposible de predeterminedar y de prever. Ha desafiado, pues, nuestra capacidad misma para comprender el mundo que hemos creado. Es esta complejidad el origen de desafíos epistemológicos, tecnológicos y éticos de una envergadura nunca antes conocida.

El reto principal consiste en que podamos modificar o desarticular componentes de los sistemas técnicos o incluso sistemas técnicos completos, pero difícilmente podremos intervenir sobre la composición sistémica global de las interacciones del mundo tecnológico. Quizá logremos controlar algunos elementos del mundo tecnológico en la medida en que nuestros conocimientos lo permitan, pero no controlaremos del todo la composición estructural del mundo tecnológico, puesto que éste no es un objeto, sino un medio u horizonte de la acción. Tendremos que adaptarnos a vivir en un mundo de complejidad e incertidumbre que hemos fabricados nosotros mismos.

### *Propiedades emergentes del mundo tecnológico*

#### *Artificialidad y complejidad estructural*

La humanidad ha entrado en una nueva fase histórica al construir un mundo esencialmente tecnológico; la mayoría vive por primera vez en un “paisaje artificial” (las ciudades y megalópolis), que se separa de la naturaleza, que la había rodeado y cobijado. La *tecnosfera* (el mundo tecnológico) se ha extendido a tal punto que constituye la esfera inmediata del mundo de la vida, y conforma ahora una mediación universal con la naturaleza. Es más, ésta ha sido subsumida como un componente del mundo tecnológico. No queda naturaleza que no haya sido alterada de algún modo por la tecnología. Una consecuencia de que nuestro mundo tecnológico sea esencialmente *artificial* es que la responsabilidad del ser humano se amplía enormemente. Este mundo ya no se mantiene en equilibrio sólo por el efecto de fuerzas naturales, hay que regularlo, controlarlo, restaurarlo y en ello están los más graves problemas de la actualidad y del futuro.<sup>45</sup>

<sup>45</sup> En el mundo tecnológico la naturaleza ha quedado subsumida como un componente, es “naturaleza artificializada” porque no existe ya prácticamente

Ahora bien, el grado de artificialidad de los objetos técnicos caracteriza también al mundo tecnológico. Como lo plantea Fernando Broncano,<sup>46</sup> esta complejidad se produce en tres aspectos: material, formal y funcional. Los objetos y productos artefactuales del mundo tecnológico están hechos principalmente de materiales sintéticos y artificiales, como los plásticos y las aleaciones de metales, por ejemplo. Si en el pasado los materiales utilizados eran naturales (madera, hueso, piedra, piel, metales, hierro, carbón), en el mundo tecnológico se caracterizan por ser sintéticos, extraídos de las entrañas de la Tierra y mezclados o resultado de procesos físico-químicos o incluso bioquímicos o nanofísicos.<sup>47</sup> El mundo tecnológico está fabricado con nuevas formas de materia. Así, éste ha evolucionado materialmente en distintas fases que se han ido agregando una a otra generando un nivel de complejidad mayor: de la ingeniería mecánica a la química, de la ingeniería eléctrica a la electrónica y la informática, de la petroquímica a la utilización de la energía atómica, de la informática a la cibernética y la robótica, de la zootecnia a la ingeniería genética y de ésta a la bioinformática y la genómica, de la física de partículas y la química cuántica a la nanotecnología.

En segundo lugar, la complejidad también es funcional: la antigua estructura composicional de *partes extra partes*, típica de las primeras máquinas y dispositivos, ha sido remplazada por la complejidad actual más próxima a la funcionalidad orgánica que a la mecánica. Esta complejidad también se revela en el incremento de partes y subsistemas constituyentes de muchos artefactos y, sobre

naturaleza en *estado natural*. Toda la naturaleza es objeto no sólo de conocimiento y contemplación, sino principalmente de intervención técnica, en la medida en que los efectos de las tecnologías afectan, aunque de modo no intencional y previsto, a los ecosistemas naturales. Bill McKibben comenzó a plantear que había acontecido ya el "fin de la naturaleza" (Véase B. McKibben, *El fin de la naturaleza*).

<sup>46</sup> Véase F. Broncano, *Mundos artificiales. Filosofía del cambio tecnológico*.

<sup>47</sup> De hecho se han producido artificialmente nuevos estados de materia "condensada" o plasma con elementos modificados en condiciones que no son naturales.

todo, en la incorporación de estructuras *cibernéticas*, lo cual les permiten obtener, procesar, intercambiar y producir información. La información se ha vuelto un componente esencial para la integración e interrelación de los objetos técnicos.<sup>48</sup>

En tercer lugar, la complejidad funcional: la artificialidad del mundo tecnológico denota que ha sido producto de una racionalidad pragmática que modela sistemas complejos, tanto en los materiales como en las formas y funciones. El mundo tecnológico está estructurado por artefactos que producen otros artefactos más complejos, máquinas que fabrican o que controlan máquinas, objetos técnicos que se “comunican” con otros objetos para colaborar en tareas. Esto es lo que Broncano denomina “instrumentalidad de segundo orden”.

La mayor complejidad estructural del mundo tecnológico tiene causa y efecto en algunos desarrollos tecnocientíficos recientes. En primer lugar, la creación de la realidad virtual, los simuladores, la multimedia y las telecomunicaciones informáticas han ampliado el mundo pragmático en una dimensión correlativa de la realidad física. En el mundo tecnológico es posible la acción virtual y la cooperación a distancia gracias a estas nuevas estructuras materiales. En segundo término, la robótica y la mecatrónica que ya están presentes en la industria, aunque todavía no se han extendido en otros ámbitos sociales, están creando las bases para el despliegue de la inteligencia artificial, que augura efectos trascendentes en la vida humana. Por último, el mundo tecnológico de la miniaturización, que comenzó con la fabricación de circuitos electrónicos en chips y que ahora avanza hacia la nanofabricación o nanoconstrucción de materiales, artefactos, probablemente, nanorobots. De este modo, la alta complejidad estructural del mundo tecnológico se diversifica adquiriendo mayor flexibilidad, maleabilidad, interdependencia e

<sup>48</sup> Los sistemas cibernéticos pueden ya dirigir de manera automatizada a muchos otros conjuntos de artefactos. La revolución informática a cargo de las nuevas tecnociencias: robótica, mecatrónica, telemática, inteligencia artificial y realidad virtual producirá probablemente nuevas generaciones de “infomáquinas” integradas en circuitos cibernéticos, quizá de orden global.



interacción a distancia, así como mayor integración informacional y cibernética entre sus muy diversos componentes.

La artificialidad compleja del mundo tecnológico revela un proceso evolutivo de menor a mayor nivel de *concreción* o integración sistémica. Como lo planteó Gilbert Simondon,<sup>49</sup> los objetos técnicos han evolucionado en un proceso de progresiva individuación e integración en conjuntos sistémicos. Los objetos técnicos han evolucionado también en su propia configuración, de una estructura abstracta y mecánica de partes a una unidad sistémica y casi orgánica de sus elementos. En este proceso de concreción de los objetos técnicos se ha producido un movimiento dialéctico entre lo natural y lo artificial. Si anteriormente todo artefacto representaba un corte con respecto a los objetos naturales, pues su composición todavía era abstracta y tosca, como las primeras máquinas del mundo industrial, en la medida en que han evolucionado los diseños (complejidad formal), los materiales (complejidad material) y la operación (complejidad funcional) de los objetos técnicos, la estructura

<sup>49</sup> Gilbert Simondon formuló en su obra más importante, *Du mode d'existence des objets techniques* (1958), una fenomenología de los objetos técnicos y una teoría de la evolución de la técnica. Este filósofo francés intentaba integrar la realidad técnica en la cultura humanística tradicional, fundando una *tecno-logía* (*technologie*), que fuera capaz de dar razón de la evolución de los objetos técnicos y de su nivel de integración en el mundo humano. Pero dicha tecno-logía debía investigar primeramente la naturaleza del objeto técnico para definir la génesis de la individualidad y especificidad de los objetos técnicos en el mundo actual. Simondon descubre que los objetos técnicos han evolucionado de ser conjuntos abstractos con poca interacción en el mundo hasta convertirse en objetos concretos individualizados y con nexos relacionales complejos, casi similares a los organismos vivos. El grado de concreción de los objetos técnicos es lo que Simondon denomina "técnica", y es lo que les confiere la capacidad de integrarse en la cultura como mediaciones pragmáticas entre el ser humano y su medio. Simondon planteaba que era necesario incorporar en nuestra cultura una filosofía de la técnica que permitiera a la sociedad contemporánea comprender la especificidad, la concreción y el grado de integración de los objetos técnicos en el mundo, para equilibrar la vieja cultura humanística literaria y la nueva cultura tecnocientífica. Aunque no me concentraré en analizar sus planteamientos, debo decir que muchas de las concepciones sobre la técnica que aquí se exponen son deudoras de los agudos análisis de este autor.

de éstos se aproxima cada vez más a la integración orgánica que es propia de los objetos naturales, en particular, de los seres vivos.<sup>50</sup> Vale la pena una larga cita de los planteamientos de Simondon al respecto:

[...] El objeto técnico concreto, es decir, evolucionado, se aproxima al modo de existencia de los objetos naturales, tiende hacia la coherencia interna, hacia un sistema cerrado de causas y efectos que se ejercen circularmente en el interior de sí mismo, y además incorpora una parte del mundo natural que interviene como condición de funcionamiento [...]. Este objeto, al evolucionar, pierde su carácter de artificialidad: la artificialidad esencial de un objeto reside en el hecho de que el hombre debe intervenir para mantener ese objeto en la existencia protegiéndolo contra el mundo natural, dándole un estatus de existencia separada. La artificialidad no es una característica que denote el origen fabricado del objeto por oposición a la espontaneidad productiva de la naturaleza: la artificialidad es lo que reside en el interior de la acción artificializante del hombre, y que esta acción interviene sobre un objeto natural o sobre un objeto enteramente fabricado; una flor cultivada en invernadero y que no da más que pétalos, sin poder engendrar un fruto, es la flor de una planta artificializada: el hombre ha alterado las funciones de esta planta [...] La artificialización de un objeto natural produce resultados opuestos a los de la concretización técnica: la planta artificializada no puede existir más que dentro de un laboratorio de vegetales, que es el invernadero, con su sistema complejo de regulaciones térmicas e hidráulicas. El sistema primitivamente coherente de funciones biológicas se ha reconvertido en funciones independientes unas de las otras. La artificialización es un proceso de abstracción en el objeto artificializado. [...] Por el contrario, mediante la concretización técnica el objeto, primitivamente artificial,

<sup>50</sup> La cibernética, inaugurada por Wiener, preconizaba la fabricación y utilización de artefactos capaces de procesar información del medio para intervenir en él, simulando las acciones propias de los seres vivos con sistemas nerviosos.

deviene cada vez más semejante al objeto natural. Este objeto tenía necesidad, al principio, de un medio regular externo, el laboratorio o el taller, a veces, la fábrica; poco a poco, en la medida en que gana en concretización, deviene capaz de sobrepasar el medio artificial, dado que su coherencia interna aumenta y su sistematicidad funcional se completa al organizarse [...] <sup>51</sup>

Sin embargo, Simondon advierte que la “concretización” de los objetos técnicos es un proceso abierto e incompleto: el mundo artificial no se identifica ni suplanta al mundo natural, los objetos técnicos autómatas o cibernéticos no podrían ser idénticos a los seres vivos. La indefinición del proceso de concreción e integración de los objetos técnicos, y de sus interacciones con la sociedad y la naturaleza, dará como resultado híbridos naturales-artificiales e incrementará los factores de complejidad y de efectos imprevistos. Los objetos técnicos nunca podrán suplantar a los naturales, el mundo tecnológico no puede derrocar a las fuerzas que gobiernan la naturaleza, la tecnología no puede llegar a identificarse con el todo de la sociedad. Quizá sea éste el límite intrínseco de la racionalidad tecnológica.

Todo objeto técnico posee en alguna medida aspectos residuales de abstracción; no se debe operar una extrapolación hasta el límite de llegar a hablar de los objetos técnicos como si fueran objetos naturales. Los objetos técnicos deben ser estudiados en su propia evolución para que se pueda comprender el proceso de concretización en tanto que una tendencia; pero no hay que aislar el último producto de la evolución técnica para declararlo completamente *concreto*; es, sin duda, más concreto que sus predecesores, pero todavía es artificial. En lugar de considerar una clase de seres técnicos, los autómatas, hay que seguir las líneas de la concretización a través de la evolución temporal de los objetos técnicos. <sup>52</sup>

<sup>51</sup> G. Simondon, *op. cit.*, pp. 46-47.

<sup>52</sup> *Ibid.*, p. 49. Esto valdría también para los objetos *semiartificiales* como los transgénicos.

*Autocrecimiento progresivo y expansivo*<sup>53</sup>

El mundo tecnológico se distingue de toda técnica anterior por la capacidad de sobrepasar sus propias dimensiones, por expandirse y diversificarse incesantemente. Al mismo tiempo, los alcances y consecuencias de las realizaciones tecnocientíficas se extienden remotamente en el espacio y en el tiempo y se vuelven, a veces, imprevisibles. La operación a gran escala es una necesidad funcional de la tecnociencia contemporánea. Para ello se ha desarrollado la informática y las tecnologías de la información. Los productos tecnológicos no se producen ya sólo para un ámbito local y para fines preestablecidos, sino para un mercado global y para fines abiertos. Esta expansión global de la tecnología es efecto y causa del autocrecimiento tecnológico.

1. *Extensión universal y global.* Un carácter derivado de la magnitud y concentración de los sistemas tecnológicos es su extensión universal: se difunde por todo el orbe y sobrepasa todas las barreras culturales y las fronteras políticas. Existe además un interés general por desarrollar y por poseer tecnologías, puesto que éstas proporcionan poderío y satisfacen muchos de los intereses individuales más inmediatos, y de los fines políticos y militares de los Estados. Pero la extensión global de la misma racionalidad tecnológica implica que los individuos deben adaptarse a condiciones cambiantes e inestables en las megalópolis, que no resultan opcionales, libres y elegidas. Esta adaptación implica la aceptación implícita de riesgos y de nuevas dificultades para la vida social: en cualquier momento los efectos de algún sistema tecnológico se vuelven perjudiciales, algún sistema se colapsa o se produce una catástrofe. Esto es lo que denomina Langdon Winner “adaptación inversa”.<sup>54</sup>

2. *Interconexión compleja y encadenamiento progresivo.* El mundo tecnológico es un sistema de creciente complejidad por efecto de la interconexión entre los diversos y distintos subsistemas tecnológi-

<sup>53</sup> Véase capítulo sobre Jacques Ellul.

<sup>54</sup> Véase L. Winner, *op. cit.*, cap. VI.

cos y tecnocientíficos. Estas estructuras artificiales plantean numerosos problemas prácticos de regulación, control y supervisión, grandes costos de producción y mantenimiento, y diversos niveles de riesgos. Ningún sistema tecnológico puede ser absolutamente autorregulado, la sociedad debe gastar enormes recursos para monitorear y supervisar los intrincados sistemas tecnológicos. La cibernética ofrece la promesa de poder autorregular cualquier sistema por complejo y grande que sea, pero todavía es necesaria la presencia del ser humano como eterno "guarda-sistemas". En algunos casos, como en una planta nuclear de energía, la regulación es una cuestión de vida o muerte.

### *Sistematicidad*

El funcionamiento de cualquier sistema o subsistema tecnológico se basa en la operación sincronizada y ordenada de las partes que interactúan entre sí. La sistematicidad de las tecnologías no es sólo una propiedad emergente, sino la condición de posibilidad de su funcionamiento y de su expansión en el mundo. La consecuencia directa de tal sistematicidad globalizada desemboca en la interdependencia de todos los seres humanos e incluso entre los seres vivos que cohabitan en la Tierra. Pero esta interdependencia en el mundo tecnológico no ha eliminado las jerarquías sociales y políticas, ni ha paliado las desigualdades socioeconómicas: no todos los componentes de este gran sistema planetario son igualmente importantes y necesarios para la racionalidad tecnológica.

### *Centralización y complejidad creciente*

La necesidad de controlar diversas operaciones de un sistema a gran escala impone un control centralizado como si fuera un centro nervioso en un organismo. La centralización se replica como una necesidad global, a la cual debe subordinarse todo fin individual o social. La dependencia de un centro organizador y controlador está presente en todos los macrosistemas tecnológicos. Este

carácter centralizado de los sistemas tecnológicos (refinerías, generación de energía eléctrica, sistemas de transporte, etcétera) no es una característica accidental en el estado actual de la tecnología. La expansión creciente y la multiplicación del alcance de la tecnología se han basado en el modelo centralizado de desarrollo. Sólo a partir de la formación de redes de telecomunicación electrónica y de la Internet se ha producido un nuevo modelo tecnológico descentralizado que consiste precisamente en la interacción de redes. Pero en las redes tecnológicas no desaparece la jerarquización. Este modelo tecnológico no es necesariamente promotor de la democracia y la igualdad. Por otro lado, tanto en el modelo centralizado como en las redes tecnológicas y tecnocientíficas que se están construyendo, una de las implicaciones éticas más importantes —que se agrava con la división y fragmentación— es la dispersión o disolución de la responsabilidad humana ante los efectos de los sistemas tecnológicos. El individuo ha quedado reducido a sus funciones específicas de operador, controlador o supervisor, ni siquiera el diseñador o el tecnocientífico pueden hacerse una idea clara de los efectos de una tecnología, si sólo se atiende a sus funciones pragmáticas que le están encomendadas en el sistema.

### *Imprevisibilidad de efectos y riesgo generalizado*

Vivimos ahora en una “sociedad del riesgo”, como la caracterizó Ulrich Beck, porque el poder tecnológico puede provocar daños irreversibles a la naturaleza y a la vida humana. Esto se deriva de las propiedades que se han mencionado: *centralización y dependencia creciente, aut crecimiento, extensión universal, interdependencia sistémica*. Langdon Winner<sup>55</sup> llama *aproxia* al peligro de bloqueo y fallo generalizado que subyace en los macrosistemas tecnológicos; de ocurrir tal bloqueo, existe la posibilidad de que muchos sistemas tecnológicos básicos entren en un colapso. La posibilidad de una

<sup>55</sup> *Idem.*

crisis tecnológica a gran escala es una preocupación constante.<sup>56</sup> Por ejemplo, si un sistema de primer orden falla desde su núcleo regulador (la generación de energía, los sistemas de telecomunicación o las bases de datos informáticos), todo el funcionamiento de las redes tecnológicas de una ciudad o de una región del mundo pueden colapsarse y, como consecuencia, provocar una reacción en cadena de otros sistemas a los que está necesaria o accidentalmente vinculado. Por ello, el correcto funcionamiento de los sistemas tecnológicos y el conocimiento de las posibles consecuencias peligrosas se convierten en una necesidad ineludible, es un imperativo tecnocientífico que alcanza una dimensión moral, y que obliga a coleccionar la mayor cantidad de información y de conocimiento para prever cualquier problema.

La posibilidad de que sucedan accidentes catastróficos en los sistemas tecnológicos es cada vez mayor, debido a la interdependencia, la dimensión global, la centralización y el encadenamiento progresivo. Chernobyl fue sólo un ejemplo del riesgo tecnológico mayor en el mundo contemporáneo. Si las catástrofes tecnológicas son posibles (aunque parezcan poco probables), ello nos obliga racionalmente a anticipar y prever lo peor. Sin embargo, tal racionalidad *pro-meteica* no ha predominado en la tecnociencia, vivimos ahora en una “sociedad del riesgo global”, cuyo poder tecnológico puede provocar daños irreversibles a la naturaleza y a la vida humana. El riesgo se ha incrementado, además, en la medida en que las decisiones tecno-políticas se concentran en unas cuantas personas.<sup>57</sup> Más adelante, abundaremos en estos temas de gran relevancia ética.

<sup>56</sup> Paul Virilio ha hablado, con cierto tono dramático, de la posible emergencia de una “bomba informática”. Véase P. Virilio, *El ciber mundo, la política de lo peor* y *La bomba informática*.

<sup>57</sup> Los grandes riesgos inminentes en las tecnologías nucleares, químicas o genéticas tienen ahora un alcance potencial global que se extendería en el tiempo, por lo cual no son compensables en términos económicos. No habría prima de seguro que cubra la destrucción que provocarían esas tecnologías, si llegaran a fallar. Véase Ulrich Beck, *La sociedad del riesgo*.

*Autonomía relativa*

De este modo, el mundo tecnológico parece progresar de modo *autónomo*. Por ello, el desafío para la ética y la política de nuestro tiempo consiste en establecer bases para el control social de la tecnología y la tecnociencia, mediante una nueva cultura de valores éticos y de acciones co-responsables entre científicos, tecnólogos y el resto de la sociedad, puesto que la tecnología y la tecnociencia no pueden dotarse a sí mismas de *finés éticamente regulados*.

Como hemos insistido, el mundo tecnológico constituye un gran sistema de orden mundial mediante la interconexión y encañamiento progresivo de todos los sistemas técnicos. El problema principal es que este sistema ha incrementado enormemente su poder de acción a tal punto que sobrepasa nuestras capacidades de conocimiento, regulación y control. La autonomía de la tecnología no sólo es ética y política, representa por sí misma un desafío epistémico. En la medida en que crece el poder de intervención y acción en el mundo tecnológico, los efectos y las consecuencias (tanto las planeadas como las imprevistas) se han extendido geográficamente a todo el planeta y temporalmente hacia el futuro remoto.

Un nuevo poder social, surgido de la conciencia ética de los rasgos que caracterizan al mundo tecnológico, es necesario y posible para enfrentar las consecuencias negativas del poder tecnológico, sin tener que renunciar a sus innegables logros y sin restringir la libertad de investigación tecnocientífica.

## LA EVALUACIÓN ÉTICA DEL MUNDO TECNOLÓGICO

En general, la evaluación ética de la tecnología puede hacerse a partir de dos perspectivas: desde los valores y fines intrínsecos a la racionalidad pragmático-tecnológica, o bien desde los valores y fines extrínsecos e irreductibles a dicha racionalidad. Será muy distinta una filosofía de la tecnología que sólo mira desde dentro de la racionalidad tecnocientífica y sus fines de máxima eficacia y efi-



ciencia, en una perspectiva *deontológica* que antepone el imperativo tecnológico, que aquella que intenta escudriñar desde una perspectiva *consecuencialista* los efectos de las realizaciones tecnológicas, y que intenta situarse en el contexto histórico en el que ha surgido tal racionalidad. No existe una dicotomía entre estas dos perspectivas, pero sí producen concepciones divergentes en la evaluación de los efectos sociales y ambientales del poder tecnológico. En la primera perspectiva, el sujeto identifica el poder técnico con una voluntad consciente, controlada totalmente por el agente humano: el poder tecnológico *es nuestro poder* para realizar nuestros propios fines. Expandirlo y acrecentarlo implica fortalecer nuestra voluntad y nuestra capacidad de acción. Nos sentimos poderosos, como cuando conducimos un automóvil a una velocidad considerable. Ésta es una visión subjetiva de la tecnología por medio de la cual identificamos la acción técnica con nuestra voluntad y creemos que los medios están en plena concordancia con nuestros fines mundanos. Esta primera perspectiva es *internalista y analítica*; suele concentrarse en el análisis de la relación abstracta entre sujeto y objeto técnico, y concibe la tecnología como un agregado de artefactos y sistemas técnicos que funcionan en forma independiente. Los efectos negativos del poder técnico siempre serán relativos o excusables en función de los fines subjetivos. Además, así concebida como una *voluntad de poder*, la tecnología aparece como una fuerza imparable: es el progreso material que se expresa en una irrefrenable voluntad de innovación, de sobrepasar todos los límites. Esta perspectiva ética se funda, pues, en el *imperativo tecnológico* y en una concepción determinista del desarrollo tecnológico: “todo lo que puede hacerse tecnológicamente, debe hacerse”.

En cambio, la segunda perspectiva, sin dejar de ser subjetiva e intersubjetiva, percibe que la fuente del poder técnico es externa al ser humano; un poder del que nos apropiamos o creemos que nos apropiamos, pero que no controlamos del todo. En esta perspectiva, no es posible sentir una identificación subjetiva con el poder tecnológico y engolosinarse con la voluntad de poder técnico. El sujeto percibe la exterioridad del poder tecnocientífico (no sólo de

los artefactos y sistemas tecnológicos) y no es capaz de fusionarlo con su propia voluntad y sus fines vitales. Se caracteriza más por una concepción *externalista* y por intentar comprender el fenómeno tecnológico en un contexto  *sintético*  e integrador, tomando en cuenta la historicidad y los factores sociales que intervienen en la conformación del desarrollo tecnocientífico.

Esas dos perspectivas para concebir la tecnología están hechas de valoraciones socialmente compartidas e históricamente desarrolladas. Como lo ha señalado Javier Echeverría, los valores que conforman actualmente el núcleo básico de la visión preponderante de la tecnología son los pragmáticos, técnicos, epistémicos, económicos e incluso militares,<sup>58</sup> mientras que los valores éticos, sociales, políticos y ecológicos se sitúan todavía en la periferia de la actividad tecnocientífica, pues pertenecen a aquella visión desde la exterioridad de la racionalidad pragmático-tecnológica.

Por ello, el planteamiento del que parte este libro consiste en sostener que esos valores que ahora son “periféricos” (éticos)<sup>59</sup> deben incidir en la práctica tecnocientífica para regular los efectos ambientales y sociales de mayor riesgo en el desarrollo y aplicación de las tecnologías.<sup>60</sup> La crítica de la autonomía del poder tec-

<sup>58</sup> Véase J. Echeverría, *La revolución tecnocientífica*, cap. 5.

<sup>59</sup> Echeverría reduce el significado de valor “moral” sólo a aquellos que tienen que ver con una dimensión convencional de relación interpersonal, valores como honestidad, benevolencia o fidelidad, etcétera. Ésta es una concepción “moralista” de la dimensión ética de la praxis tecnocientífica. Los valores que forman parte de una ética del mundo tecnológico no se reducen a tan estrecha concepción del ámbito de la moralidad, también incluyen los que Echeverría sitúa dentro de los ámbitos ecológico, social, jurídico y político.

<sup>60</sup> Es evidente, como sostiene Echeverría, que habría tecnociencias en las que los valores éticos tendrían una incidencia mayor: tecnomedicina, ingeniería genética, farmacología, tecnologías de la información y de telecomunicaciones, tecnociencias modificadoras de la conducta y de las capacidades cognitivas, tecnologías de generación de energía (nuclear, por ejemplo). En cambio, en otras tecnociencias, como las tecnomatemáticas o la tecnoastronomía los valores éticos tendrán poca incidencia. Sin embargo, si los valores “éticos” se entienden en un amplio sentido, son aplicables a cualesquiera de las consecuencias potenciales y reales de las tecnociencias.

nológico y la falta de control social de sus riesgos y efectos negativos es un problema ético que no puede resolverse a partir de la racionalidad instrumental propia de la actividad tecnocientífica.

En el mundo tecnológico colisionan los valores intrínsecos (pragmáticos, técnicos, económicos y militares) contra los valores ético-sociales, y ello ha dado lugar a diversas controversias sobre el desarrollo y la innovación tecnocientífica.<sup>61</sup> Por eso, como sostiene Echeverría, la tecnociencia se caracteriza por desplegarse en medio de conflictos de valores entre diversos agentes sociales.

Una visión ética del mundo tecnológico se propone fundamentar un sistema de principios con base en esos valores “periféricos” para conformar modelos de evaluación social de las consecuencias y riesgos de las acciones tecnocientíficas. Pero una mayor incidencia de dichos valores no significa proponer un control social completo de la tecnología, o proclamar una simple condena moral del poder tecnológico, pues sería tan inútil, en la metáfora que utiliza Ulrich Beck, como intentar ponerle frenos de bicicleta a un avión supersónico. Los valores éticos no pueden ser exclusivos y transformarse en el núcleo básico de la tecnología y de la tecnociencia, pues eso es prácticamente imposible. Una perspectiva ética del desarrollo tecnocientífico intenta, más bien, domeñar y limitar la *hybris* de su racionalidad pragmática mediante el diseño de nuevas formas e instituciones sociales para la regulación del poder tecnológico.

En la evaluación convencional de la tecnociencia dominan los valores intrínsecos de la racionalidad pragmático-instrumental, y prevalecen la racionalidad de costo-beneficio y la intención de maximizar en lo inmediato los resultados económicos mediante el aumento de la eficiencia (adecuación de medios a fines y objetivos previstos). Es claro que en la evaluación de las innovaciones tecnológicas, los valores intrínsecos de la racionalidad tecnocientífica deben orientar la mejora de las realizaciones técnicas: eficacia-efi-

<sup>61</sup> Un ejemplo paradigmático de este choque de valores es el debate sobre las regulaciones globales de bioseguridad sobre los organismos genéticamente modificados o transgénicos.

ciencia, utilidad social, factibilidad, fiabilidad, disponibilidad, compatibilidad, rentabilidad, manejo y mantenimiento seguro, principalmente. Aunque estos valores están perfectamente integrados en los fines y acciones de los agentes tecnocientíficos individuales y colectivos, no siempre conducen las decisiones finales sobre el desarrollo y la innovación tecnocientífica. Cada vez más, las decisiones tecnocientíficas están dominadas por las valoraciones inmediatas en el plano económico, político y militar, cuyos costos sociales y ambientales pueden llegar a ser desastrosos.

En contraste, una perspectiva ética para la evaluación de las tecnologías supone modificar la jerarquía de valores actuales para establecer un grado mínimo de aquellos valores que hacen de cualquier tecnología un *bien* potencial para la mayoría. Con base en ese supuesto, lo que está a discusión es la evaluación de los efectos peligrosos reales y potenciales de las tecnologías, que se derivan de esa mayor eficacia-eficiencia, o sea, de la expansión acelerada del *poder tecnológico* y de su influjo en el todo social.

Si bien una axiología de la tecnología que atienda a los diversos grupos de valores que inciden en el desarrollo tecnocientífico puede incorporar valoraciones prácticas que son extrínsecas a la actividad tecnológica (seguridad, prevención o precaución sobre posibles daños sociales, reducción de impacto ambiental, etc.),<sup>62</sup> es previsible que estos valores ético-sociales no dejarán de ser secundarios para los diseñadores y evaluadores tradicionales (científicos, tecnólogos, políticos, militares y empresarios), ya sea por propia convicción o por *razón de fuerza mayor* de las presiones del mercado y la competencia industrial o militar. Por ello, la evaluación ética no

<sup>62</sup> Javier Echeverría propone que una acción o artefacto tecnocientífico *es bueno* si: *a)* se basa en conocimientos científicos validados, *b)* es útil, innovador, eficaz, eficiente; *c)* es barato, rentable o costeable; *d)* se adecua a valores ecológicos; *e)* satisface valores humanos, políticos y sociales (privacidad, autonomía, seguridad, etcétera); *f)* respeta y fomenta valores morales como la dignidad, tolerancia, etcétera; *g)* si se trata de un artefacto bélico, no destruye las restantes condiciones. Como se puede observar, sólo los tres primeros rubros de valores son intrínsecos a la racionalidad tecnológica. Por eso es necesario complementar la evaluación de cualquier tecnociencia desde una perspectiva ético-político-ecológica.

debe corresponder sólo a los típicos agentes del desarrollo tecnológico, sino a la sociedad en su conjunto, y principalmente, a los usuarios y a los que son directa o potencialmente afectados por sus consecuencias negativas y sus riesgos inherentes. Es decir, una evaluación ética es aquella en la que intervienen en igualdad diversos agentes sociales, una evaluación más plural y democrática. De hecho, la emergencia de distintas controversias sociales sobre el desarrollo tecnológico es ya un indicio de la necesidad de una perspectiva ética, aún externa y ajena al desarrollo de la tecnología y de la tecnociencia, pero que comienza a establecer las bases de un *nuevo contrato social* para el mundo tecnológico, en el sentido planteado en la Declaración de Budapest de 1999.<sup>63</sup>

Por otro lado, la evaluación de las tecnologías desde una perspectiva ética no sólo debe considerar por separado a cada innovación tecnocientífica, sino al conjunto de sus interacciones en el mundo. Es decir, la evaluación ética tiene el reto de tomar en consideración la complejidad de consecuencias causales, así como los *efectos no previstos* de la actividad tecnológica, evaluación que requiere una visión integral, así como la aplicación de valores y criterios de largo plazo, tales como la protección del ambiente o de la salud, y las condiciones de vida humana (incluyendo a las generaciones futuras), tanto en su dimensión biológico-genética como sociocultural. Desde luego, esos efectos no son calculables con precisión y se remiten al problema esencial del *riesgo* creciente como efecto del poder tecnológico sobre la sociedad y sobre la naturaleza.

Por consiguiente, desde una teoría ética sobre el desarrollo y expansión del poder tecnológico es posible comprender los efectos y la significación de la racionalidad tecnocientífica en el mundo contemporáneo. Una *buena* tecnología (evaluada por un sistema plural de valores en los que se incorporen los propiamente éticos) ya no puede ser aquella que dañe o que ponga en riesgo mayor di-

<sup>63</sup> Véase la Declaración de Budapest de la conferencia mundial organizada por la UNESCO en 1999 "La ciencia para el siglo XXI: un nuevo compromiso": <<http://www.oei.org.co/cts/budapestdec.htm>>.

recta o indirectamente al ambiente, a la salud y las condiciones de vida del ser humano, así como a otros seres vivos que están a nuestro cuidado. Y esto no sólo es aplicable a las tecnologías biomédicas, a la industria farmacéutica, a la agroindustria, a la industria química o energética, sino también a todas las tecnologías capaces de contaminar con efectos permanentes el agua, el suelo, el aire, destruir ecosistemas o afectar la biodiversidad. La *ética global para el mundo tecnológico* se enfrentará a problemas como el del riesgo o el daño ya causado, para orientar el desarrollo tecnocientífico a partir de principios generales como el de precaución, el de responsabilidad o el de justicia, tanto retributiva (para remediar los daños) como distributiva (para distribuir de manera más equitativa los beneficios y los riesgos), cuidando y potenciando la autonomía y la capacidad de deliberación y decisión de los ciudadanos del mundo.

#### EL VACÍO ÉTICO

Los diagnósticos de los *anunciadores del riesgo mayor* que hemos explorado en la primera parte revelaron que la fuente de los problemas éticos del mundo tecnológico reside en el desequilibrio entre el poder tecnológico (que aumenta progresivamente) y la responsabilidad humana (que se ha diluido y rezagado con respecto a ese progreso incesante).

La sociedad moderna identificó el desarrollo tecnocientífico —poderoso y autónomo con respecto a los valores éticos o políticos— como el motor principal del *progreso*. El mito del progreso se sostenía en la esperanza de que dicho desarrollo condujera a la humanidad a una sociedad más racional y con más oportunidades de alcanzar el bienestar. Sin embargo, la utopía tecnológica parece haber comenzado a perder fuerza. Pero no tuvimos que esperar a que ningún filósofo nos despertara del “sueño tecnológico”. Las sospechas sobre las bondades del desarrollo tecnológico autónomo e incontrolado provinieron de la constatación empírica de los efectos colaterales a los grandes beneficios que nos ha reportado. Han sido

los diversos movimientos surgidos de la sociedad civil en años recientes (como los movimientos ambientalistas o de *deep ecology*,<sup>64</sup> contraculturales o de derechos civiles, etcétera), junto con algunos pensadores, quienes han sospechado de los beneficios intrínsecos de un poder tecnológico incontrolado.

Uno de los objetivos de este libro ha consistido en mostrar, a pesar de sus problemas inherentes, la relevancia de la visión crítica de los *anunciadores del riesgo mayor*. Es justo reconocer la influencia que han ejercido sus previsiones para la formación de un contrapoder social al poderío tecnológico y su contribución a una incipiente conciencia colectiva de nuestro destino común. En particular, las meditaciones heideggerianas, el catastrofismo de Ellul y de la ética de la responsabilidad de Jonas están presentes en las ideas que han animado a los movimientos ecologistas y en las propuestas de un nuevo contrato social para la tecnociencia.<sup>65</sup> La radicalidad de su crítica ha contribuido a que muchos otros pensadores comenzaran a reflexionar sobre los excesos del poder tecnológico. Creo que su influencia en el *giro ético* en la filosofía de la tecnología no se puede escatimar.

Durante el siglo XX, el optimismo moderno en el progreso tecnológico también fue duramente golpeado por la violencia y la irracionalidad, estrechamente relacionadas con el crecimiento exponencial del poder tecnológico como *poder bélico*. En el proyecto ilustrado del progreso no se había contemplado la posibilidad de un crecimiento de las fuerzas irracionales, del retorno a la barbarie por medio del poder tecnológico, de la crueldad y la insensibilidad moral que nuestra civilización ha demostrado fehacientemente durante el siglo pasado.<sup>66</sup> A pesar de todo ello, la confianza en el progreso tecnológico no sucumbió.

<sup>64</sup> Véase Andrew Dobson, *Pensamiento político verde*.

<sup>65</sup> La influencia de Ellul en Estados Unidos, vía Huxley e Iván Illich, consolidó los estudios políticos y sociales sobre la tecnología. En cambio, no se puede decir lo mismo de Günther Anders, cuya obra ha comenzado a revisarse recientemente en los círculos académicos europeos; o de la obra de Eduardo Nicol, que, por desgracia, no ha trascendido fuera de México.

<sup>66</sup> Véase Jonathan Glover, *Humanidad e inhumanidad*.

Dos funestos acontecimientos por sus consecuencias éticas y políticas —como lo ha señalado Günther Anders— han marcado un punto peligroso de no retorno en la manifestación monstruosa del poder tecnológico: Auschwitz e Hiroshima. El poder tecnológico se reveló, como nunca antes en la historia, con una terrorífica capacidad para destruir al ser humano, tanto material como espiritualmente. Sea por la eliminación “industrializada” en los campos de exterminio o por una tremenda explosión nuclear, el poder tecnológico demostró un alcance nunca antes visto ni imaginado. Después de la Segunda Guerra Mundial parecía que la energía atómica encontraba nuevos fines pacíficos y productivos, pero Chernobyl representó la prueba fáctica de que este tipo de macrosistemas tecnológicos centralizados es altamente riesgoso. En cuanto a la barbarie y el genocidio no podemos decir que sean “asuntos del pasado”, pues permanece la amenaza de nuevas explosiones de violencia y de crueldad humanas, con más potentes medios tecnológicos. Auschwitz simboliza todavía la amenaza de la subordinación de la tecnología a los fines ideológico-políticos en el intento de transformar violentamente la estructura cultural y biológica de la humanidad.<sup>67</sup>

### *La crisis ecológica global*

La crisis más significativa que ha causado el despliegue ilimitado del poder tecnológico (y su conjunción con el desarrollo económico capitalista) se localiza en el ámbito medioambiental. A partir del informe del Club de Roma sobre los *Límites del crecimiento* en 1972<sup>68</sup>

<sup>67</sup> El proyecto genocida del régimen nazi fue posible porque se conformó mediante un gran aparato político-tecnológico: desde los medios de registro y control poblacional, la propaganda como técnica de control político, los “experimentos” en seres humanos y la destrucción “industrializada” de sus víctimas. Un autor que ha explorado el carácter del nazismo como precursor de un proyecto totalitario de “gestión” tecnológica del planeta y de la especie humana es Carl Amery. Véase *Auschwitz, ¿comienza el siglo XXI? Hitler como precursor*.

<sup>68</sup> Véase D. Meadows *et al.*, *Más allá de los límites del crecimiento*.



y hasta los recientes debates sobre la influencia de la actividad tecnológica humana en el cambio climático, la discusión sobre los problemas ecológicos ha adquirido una relevancia de primer orden. En general, la tesis básica sigue siendo sostenible: en un planeta con recursos finitos (muchos no renovables) el crecimiento exponencial de la población, así como el consecuente crecimiento de la producción industrial y de la contaminación en el modelo económico predominante, pueden conducir a la Tierra a un colapso a mediano plazo. Tres factores desencadenan la crisis ecológica: *a)* una enorme población mundial que apenas se estabilizará hacia mediados del siglo XXI en unos 9 000 millones de personas, y que sigue presionando una fuerte demanda de producción; *b)* el progreso incesante del poder tecnocientífico y su vinculación con la expansión y concentración del capital, que favorece un modo de vida productivista y consumista en una escala global; *c)* la creciente desigualdad norte/sur que genera tensiones sociales y que eventualmente podría provocar conflictos bélicos por la destrucción ambiental y el agotamiento de los recursos naturales.

La crisis ecológica posee ya una *dimensión global* por los efectos acumulativos de las acciones humanas (intencionales o no) a gran escala: *a)* el calentamiento de la Tierra producido por la emisión de gases causantes del efecto invernadero; *b)* derivado de lo anterior, la mayor incidencia de huracanes y tormentas tropicales de desastrosas consecuencias para muchísimas personas que viven en las costas, y el incremento de precipitaciones pluviales en algunas regiones junto con mayores sequías en otras; *c)* la destrucción de la capa de ozono, causada por la emisión de gases (como los clorofluorcarbonos) que reaccionan en la estratosfera; *d)* la invasión de especies exóticas (introducidas por los humanos) en diversos ecosistemas, que han desplazado a las especies nativas causando desequilibrios, así como el desencadenamiento de plagas y enfermedades que han afectado a muchos seres vivos,<sup>69</sup> *e)* la pérdida de

<sup>69</sup> La causa principal de esos problemas ecológicos reside en *fenómenos naturales* de gran alcance en los que la acción humana participa como un factor

biodiversidad y la extinción alarmante de miles de especies animales y vegetales.

Estos daños ecológicos pueden estar vinculados tanto con la abundancia y el derroche propios del mundo industrializado o con la pobreza del mundo subdesarrollado. La destrucción ambiental está conectada directamente con la creciente desigualdad socioeconómica. Es probable que la escasez o agotamiento de los recursos naturales (como el agua o las tierras fértiles) conduzca a la humanidad a nuevas y temibles guerras entre diversas regiones mundiales que están enfrentadas por una enorme brecha en el desarrollo tecnoeconómico. La crisis ecológica global es también el efecto de una crisis social y política.

Además de los fenómenos naturales en los que el ser humano ha intervenido como un factor causal, la crisis ecológica se ha agravado por accidentes y desastres ecológicos (cada vez más “normales”), imputables directamente al empleo de tecnologías inapropiadas y muy riesgosas, como los de la industria nuclear, petrolera y química, que han sacudido la conciencia de la población mundial mostrando en escala aún reducida el peligro de semejantes colapsos ecosistémicos; por ejemplo: los accidentes en las plantas nucleares (Three Mile Island, en 1979, o el peor de todos, Chernobyl, en 1986); los desastres en las plantas químicas, como la de Bhopal en 1984 (el peor accidente de la industria química, que mató a unas 3 mil personas); los accidentes de los buques petroleros que derramaron grandes cantidades de crudo afectando seriamente a los ecosistemas marinos: el *Exxon-Valdez* en Alaska en 1989, el *Prestige* en las costas gallegas en 2003; o bien los efectos de la primera guerra del Golfo Pérsico (el derrame intencional de petróleo) en 1991, y un sinnúmero de desastres de menor envergadura que alteran los equilibrios ecológicos (muchos de los cuales no han sido públicos).

determinante. Sin embargo, sucesos como huracanes y ciclones de terribles consecuencias ya no son *enteramente naturales*, pues con nuestra mala utilización de los recursos de la Tierra hemos contribuido a que haya aumentado la frecuencia y la complejidad de este tipo de fenómenos en la última década del siglo XX.

Pero no sólo la industria química, petrolera o de la generación de energía nuclear, ha aumentado exponencialmente los riesgos. Éstos se incrementan también en el campo de la biotecnología y de la ingeniería genética, con su asombroso desarrollo en sólo cincuenta años. La capacidad tecnológica para intervenir en el genoma humano, y en el de muchas otras especies, podría poner a disposición en el futuro próximo nuevos y tentadores medios para intentar el rediseño o reconfiguración de organismos vivos, para modificar la base natural de la especie humana y controlar o suprimir muchas de sus cualidades más esenciales, que habíamos dado por supuestas porque antes eran inalterables.

*El mundo tecnológico como “sociedad del riesgo global”*

En los últimos años, los accidentes y los desastres, tanto naturales como tecnológicos, se han intensificado debido a la creciente complejidad de los riesgos y a la dificultad de evaluarlos adecuadamente. Estos riesgos exceden nuestras capacidades colectivas de previsión y constituyen una propiedad emergente de los macrosistemas tecnológicos actuales con los que vivimos.

Los riesgos que genera la tecnociencia contemporánea no resultan sólo de “errores humanos” o de defectos en los diseños tecnológicos, sino de la creciente complejidad de efectos encadenados entre las acciones tecnológicas y los fenómenos naturales. Como lo señaló Charles Perrow,<sup>70</sup> la *normalización del accidente* es una característica de los sistemas tecnológicos de alta complejidad. Es decir, vivimos en una era en la que los accidentes tecnológicos se mezclan con los naturales, y cuya combinación resulta cada vez más impredecible y, en ocasiones, catastrófica.

La humanidad siempre ha tenido conciencia de los accidentes y catástrofes naturales y de la imposibilidad de predecirlos. Pero ahora debe caer en la cuenta de que sus acciones tecnológicas en

<sup>70</sup> Charles Perrow, *Normal accidents. Living with High-Risk Technologies*.

una escala planetaria se convierten en nuevas e insospechadas causas de riesgos y, eventualmente, de desastres.

De acuerdo con lo que plantea Ulrich Beck,<sup>71</sup> la “sociedad del riesgo global” constituye una nueva fase de la modernidad en la que los riesgos sociales, tecnológicos, ecológicos eluden cada vez más el control de las instituciones protectoras típicas de la sociedad industrial. Según Beck, en contraste con los primeros riesgos industriales, los nuevos riesgos de la industria nuclear, química o biotecnológica, no pueden compensarse ni es posible asegurarse contra ellos; no se limitan en el espacio ni en el tiempo; y no pueden exigirse responsabilidades por ellos, conforme a los marcos legales convencionales. Así, la sociedad del riesgo se caracteriza por: la interrelación conflictiva en la distribución mundial de bienes y males, en la que los conflictos sobre la distribución de males se hace más prioritaria, pues los nuevos riesgos son tanto locales como globales (“glocales”); la imposibilidad de compensar financieramente los daños de eventuales desastres, tanto ecológicos como económicos, pues los riesgos actuales socavan los sistemas de seguridad y el cálculo tradicional del riesgo basado en métodos estadísticos y actuariales; la “explosividad social” de los riesgos globales y el posible colapsamiento de la institución Estado-nación; el surgimiento de nuevas instituciones transnacionales y la demanda de democratización de los procesos de decisión.

Aunque los riesgos tecnológicos sigan calculándose con tendencia a cero, según los métodos convencionales, los riesgos económicos calculados por las compañías aseguradoras se vuelven infinitos. El hecho significativo, como Beck señala agudamente, es que ningún proyecto tecnocientífico cuenta con un seguro de cobertura de riesgos, pues dichos proyectos simplemente no son asegurables por ninguna compañía. Los expertos en seguros tienden a contradecir a los ingenieros expertos en riesgos que claman: “todo está bajo control”. Esto significa, en suma, que los peligros

<sup>71</sup> U. Beck, *La sociedad del riesgo global*.

generados por el desarrollo tecnológico-industrial no son calculables ni asegurable y, por tanto, tampoco controlables.

La creciente complejidad de los riesgos propios del mundo tecnológico ha desencadenado un cúmulo de controversias sociales en las que se discute la posibilidad de lo desastroso y en las que la responsabilidad colectiva se convierte en un tema político de alcance mundial. Es previsible que a medida en que los riesgos se diversifican y se hacen, al mismo tiempo, más inminentes y más ocultos, los conflictos de valores en torno al desarrollo tecnológico se agudicen aún más en el futuro próximo.

Así, la tecnociencia se desarrollará en medio de controversias sociales y conflictos de valores entre los diversos agentes que participan en su conformación. La relación de la sociedad con el poder tecnocientífico se ha modificado (de la simple aceptación pasiva y la confianza plena, a la preocupación e interés por controlar sus posibles efectos negativos y por acceder a sus beneficios). Como lo indica Beck, la sociedad del riesgo global ha perdido la seguridad en muchos de sus sistemas tecnológicos, pero vive en la contradicción entre el peligro inminente y la virtualidad de las catástrofes. El hecho significativo es que ese futuro catastrófico virtual se convierte en un factor determinante de la experiencia colectiva del presente.

### *Accidentes y catástrofes en el mundo tecnológico*

Una visión filosófica del riesgo implica que deben tomarse en serio, como sostenía Hans Jonas, los pronósticos negativos; creer que lo catastrófico es posible y actuar prudencialmente para evitar un acontecimiento negativo que parece improbable. Es decir, ejercer una razón prospectiva capaz de diseñar escenarios posibles para desactivar la posibilidad de lo catastrófico.

Los riesgos, como señala Beck, no son daños ya producidos, sino la amenaza de destrucción. La percepción social de un riesgo comienza donde termina nuestra confianza en la seguridad tecnológico-industrial, y se exagera cuando irrumpe la catástrofe. El

riesgo implica una cognición intermedia que abandona la seguridad y la confianza, pero no tiene certeza del daño porque la destrucción no se ha producido, ésta sólo es potencial o inminente. Así, los riesgos pueden considerarse como parte de una “realidad virtual o de una virtualidad real”.<sup>72</sup>

En la sociedad actual, los riesgos (la posibilidad incierta de que ocurra un daño derivado de una decisión intencional) ya no son peligros naturales ni fatalidades que los dioses o el destino decretan (las plagas, hambrunas y cataclismos, etcétera), sino producto de decisiones y de acciones colectivas, por lo que suponen una difusa responsabilidad.

Los riesgos convencionales de baja intensidad implican decisiones personales, más o menos informadas (accidentes automovilísticos, tabaquismo, alcoholismo, estrés, vida sexual demasiado versátil, etc.), pero los riesgos latentes de gran escala propios del mundo tecnológico son invisibles, de mediano o largo plazo, y escapan de la decisión y control de las personas (no hay posibilidad de un “consentimiento informado”). Son más bien el resultado de la decisión de expertos científicos, de los políticos y de los grupos de poder. Por ello, los riesgos mayores se distribuyen desigualmente entre quienes toman las decisiones al respecto y quienes tienen que afrontar las consecuencias de esas decisiones, cuando fallan.

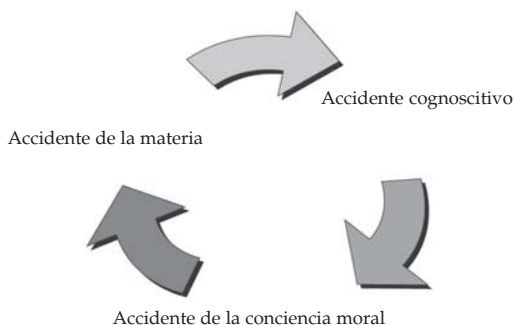
El *accidente artificial*, propio del mundo tecnológico, es la forma compleja y —a veces— paradójica en que se materializan los riesgos, en que lo no previsible o esperable (quizá simplemente no era *visible*) sucede y se revela con una fuerza catastrófica. Los riesgos de accidentes tecnocientíficos constituyen la cara oculta del progreso tecnológico y son —cada vez más— el resultado insospechado de una serie de decisiones políticas, económicas, industriales que se toman en una situación de incertidumbre, en una dinámica compleja entre conocimiento y *desconocimiento* tecnocientífico.

Los riesgos en el mundo tecnológico son de una dimensión novedosa por la complejidad multicausal y la aceleración del enca-

<sup>72</sup> Cf. *ibid.*, p. 215.

denamiento de efectos que los producen. Como lo ha señalado el urbanista y filósofo francés Paul Virilio, el accidente local al que estábamos acostumbrados (como el del *Titanic*) tenía un *locus* cuyos efectos no se extendían remotamente, ni tampoco se propalaba rápidamente la información sobre lo sucedido. En cambio, los accidentes tecnológicos globales de nuestros días (los primeros fueron nucleares, químicos o financieros; los siguientes podrían ser informáticos, biotecnológicos o genéticos y nanotecnológicos) no tienen sitio preciso, a veces ni un centro causal, y sus efectos materiales, sociales y políticos se extienden con suma rapidez y por todo el orbe, a veces transmitidos en directo por la TV, modificando nuestra percepción y valoración social del riesgo.

De acuerdo con lo que plantea Virilio,<sup>73</sup> cada accidente tecnológico implica en realidad tres dimensiones que se superponen en el tiempo:



1. *Accidente de la materia*: la naturaleza nos revela su fuerza mayor y constatamos la irrevocabilidad de las causas y los efectos. El proceso por el que se produce el accidente va de la materia a la energía, y de ésta a la información. Los accidentes de la materia pueden ser microscópicos o macroscópicos, orgánicos o inorgánicos (un accidente nuclear, una epidemia como el SARS), incluso en aquella parte de la materia casi intangible que es la información. Los

<sup>73</sup> P. Virilio, *Ce qui arrive*.

accidentes informáticos pueden ser genéticos o cibernéticos, pero sus efectos son tan reales y materiales como los demás. El flujo ininterrumpido de materia, energía e información constituyen, pues, la fuente física de lo accidental.

2. *Accidente del conocimiento.* Nuestras previsiones científicas se estrellan contra la realidad. Nuestra capacidad misma de conocer se ha accidentado. El accidente material siempre produce un accidente cognitivo; en ocasiones el desastre azota con mayor fuerza a nuestros esquemas de pensamiento y teorías científicas. Sobreviene el *shock* de incredulidad e incapacidad para reaccionar con eficacia. No sabemos qué hacer de momento cuando sucede un accidente de envergadura mayor.

3. *Accidente de la conciencia.* Se genera una discrepancia entre lo que hemos sido capaces de producir y lo poco que somos capaces de conocer y de comprender. El accidente tecnológico no sólo derrumba nuestras certezas tecnocientíficas y nuestras creencias, desencadena también un quiebre moral y político. Los accidentes naturales o tecnológicos de gran magnitud revelan, a la vez, una culpa extendida y una responsabilidad difusa. Entre otros culpables sin rostro identificable, se revela una tecnociencia sin conciencia de riesgo; una política sin responsabilidad de protección común; una sociedad pasiva e incapaz de protegerse a sí misma. Todos son culpables, todos son inocentes. En ocasiones, se revela poco a poco que también hay culpables no inocentes: *alguien* sabía de los riesgos, *alguien* no alertó del peligro: los científicos, los políticos, los burócratas, los líderes comunitarios. El accidente de la conciencia se muestra en la disolución de la responsabilidad y la expansión de la culpa colectiva. ¿Quién se hace responsable por los daños, los muertos, la devastación? Los seguros son impagables y las compañías aseguradoras se declaran en quiebra, el cálculo actuarial se vuelve inservible. Los sistemas gubernamentales y sociales se colapsan, los mecanismos de protección civil se ven atrapados por la inoperancia de las burocracias (Nueva Orleans). En los grandes accidentes, el ocultamiento de la información (como ocurrió en Chernobyl) y la minimización de los daños por parte de los gobiernos alcanzan una dimensión criminal.



Pueblos enteros pueden ser doblemente victimizados: primero la catástrofe material, después el diluvio moral y político.

En el mundo tecnológico se difumina cada vez más la barrera entre el desastre natural y el artificial. Los efectos perjudiciales del cambio climático lo atestiguan: se deben a cambios naturales que se registran en los ecosistemas, pero esos cambios no son en sentido estricto "naturales": las acciones tecnológicas se han convertido en un factor de cambio geológico, la humanidad es co-responsable de la exacerbación de fenómenos naturales que son perjudiciales para muchas especies: ciclones, huracanes, inundaciones, epidemias. De este modo, en el mundo tecnológico los riesgos latentes provienen de diferentes tipos de fenómenos que combinan los factores naturales con los artificiales:

*Catástrofes naturales*: combinación explosiva entre el azar geológico y la vulnerabilidad social. Las catástrofes naturales se han convertido en catástrofes sociales y tecnológicas (Nueva Orleans, el tsunami en Asia). No existe ya naturaleza en "estado natural": cambio climático y desequilibrio ecológico. Como se pregunta Jean-Pierre Dupuy:<sup>74</sup> "¿Cuándo y en dónde sucederá la catástrofe de Kyoto?", en alusión al cambio climático.

*Catástrofes tecnológico-industriales*. El descontrol de fuerzas de la naturaleza y de sustancias peligrosas (Chernobyl, Seveso, Bhopal, pozos Ixtoc, el hundimiento del *Prestige*). Vivimos a la espera atemorizante del accidente biotecnológico, la bomba informática, la debacle financiera global, el atentado terrorista nuclear o bacteriológico. Estos accidentes pueden "normalizarse", como ocurrió con los accidentes automovilísticos e industriales, a medida que avance el poder tecnológico en esos campos.

*Catástrofes político-morales*. Como ha acontecido en el siglo xx, la ruptura de los principios morales más básicos que sostienen a la civilización, en la que incide la concentración del poder tecnológico, puede generar una verdadera catástrofe político-moral de enorme destrucción social, equiparable a un cataclismo natural. El ge-

<sup>74</sup> J. P. Dupuy, *Petite métaphysique des tsunamis*.

nocidio y otros crímenes de lesa humanidad se potenciaron durante el pasado siglo gracias al poder tecnológico (cámaras de gases, campos de exterminio, grupos paramilitares, policía secreta, sistemas informáticos de registro y control de los ciudadanos, etcétera). También el terrorismo ha adquirido un talante catastrófico, pues puede alcanzar el efecto devastador de un asesinato colectivo (además de su impacto simbólico-político): por ejemplo, la destrucción de las torres gemelas de Manhattan. El atentado de gran magnitud fusiona un supuesto acto de guerra y el efecto propio de un accidente natural. Adquiere el carácter inesperado de éste y refuerza la conmoción que produce un ataque deliberado para aterrorizar y enviar un mensaje político.

Así pues, el poder técnico ha potenciado la capacidad destructiva: así lo atestigua la extrema violencia desatada por la guerra, el genocidio y otras matanzas masivas; el mal intencional alcanza las dimensiones de una gran catástrofe natural. Además, las catástrofes ético-políticas producen o se entrelazan con desastres ambientales (las guerras del Golfo Pérsico, los bombardeos con *Napalm* en Vietnam), y con catástrofes humanitarias: hambrunas, epidemias, saqueos y violaciones masivas de los derechos humanos (ahora mismo en Darfur, Sudán); asimismo, causan la destrucción del patrimonio cultural y natural de las naciones. La violencia extrema, el terrorismo y la guerra se han convertido también durante el último siglo en *accidentes normalizados*, que muchos han tenido que sufrir y sobrevivir, y en los que han muerto millones de personas.<sup>75</sup>

Por otra parte, la aceleración del progreso tecnocientífico ha *sustancializado* lo accidental. Éste es un fenómeno que habría dejado azorado al viejo Aristóteles.<sup>76</sup> El accidente artificial ya no es una

<sup>75</sup> Algunos estiman, como Rudolph Rummel (*Death by Government*), que la violencia bélica o política ha causado en el siglo XX entre 180 y 200 millones de muertos de civiles indefensos y no combatientes. Sólo la violencia política (genocidio y otros crímenes de lesa humanidad) habrían acabado con la vida de cerca de 130 millones de civiles.

<sup>76</sup> Aristóteles estudia la categoría del ser *per accidens* en el libro VI de la *Metafísica*. Para el Estagirita, lo accidental (*to symbebekós*: lo que adviene o sucede)

forma cercana al *no-ser*, como pensaba Aristóteles, pues se ha creado un nuevo entorno global en el que se transparenta y, a la vez, se enmascara aquello que adviene o sucede fortuitamente por la interacción de causas tecnológicas, es decir, por las decisiones que hemos tomado, queramos o no, tengamos conciencia o no, en el modelo de desarrollo tecnocientífico.

Cuando el riesgo tecnológico se transmuta en accidente, el desastre irrumpe en la cotidianidad y crea una nueva dimensión espacio-temporal, en la que se pierden los referentes más comunes. Además, el accidente *se extiende temporalmente*: no es pasajero, no es momentáneo, persiste y se adhiere en la conciencia de los individuos provocando el miedo a su repetición y la búsqueda —a veces obsesiva— de las causas que lo produjeron, recientes o remotas. Como lo señala Virilio, el accidente de nuestros tiempos, sea natural o artificial, revela la extrema *velocidad visible* de nuestros sistemas tecnocientíficos (los transportes, los misiles), la enorme concentración temporal de la vida social, y enmascara el *riesgo invisible* que, de pronto, irrumpe súbitamente en lo que adviene:

La velocidad visible de la sustancia —aquella de los medios de transporte, de cálculo o de información— no es más que la parte emergente del iceberg de la velocidad invisible, la del accidente, y

es próximo a lo que *no es*; por eso del accidente no hay ciencia (determinista) puesto que lo accidental es lo que “no siempre ni la mayoría de las veces sucede” (véase *Metafísica*, 1026b). Sin embargo, el accidente es una forma en que se revelan las potencias de una sustancia, como si fuera la punta del iceberg que divisamos desde el trasatlántico que está a punto de estrellarse con él. Aristóteles pensaba que de los accidentes tampoco puede haber una *techné* o potencia natural determinada que los produzca. Sin embargo, lo accidental es una de las formas en que el ser se manifiesta, por eso siempre hay que contar con él. Sosiente que la *techné* y lo azaroso están próximos: “la *techné* ama el azar, y el azar ama la *techné*”. El filósofo griego descubre la indisoluble conexión entre lo técnico y lo azaroso: ambos son causa y efecto de lo accidental: de lo que no siempre sucede, pero sucede. Ahora bien, la concepción aristotélica de lo accidental corresponde a un mundo sin complejidad artificial, un mundo en el que las acciones tecnológicas no producían efectos remotos, tanto en el espacio como el tiempo, y en el que los individuos no formaban parte de macrosistemas técnicos de acciones encadenadas.

ésta también tanto en el dominio de la circulación vial como en el de la circulación de valores.<sup>77</sup>

Por su creciente velocidad, el accidente local se ha transmutado en accidente global. Éste ya no es el accidente localizado en el espacio y el tiempo, sino aquel cuyos efectos se extienden rápidamente y que afectan también nuestra percepción del mundo, es decir, no sólo involucra a las sustancias naturales (materia y energía), sino a la representación general que tenemos del mundo.

Junto a la velocidad del progreso y el incremento de poder de los artefactos se forma la velocidad virtual del accidente tecnológico. El accidente desvela la cara destructiva de la temporalidad: *el tiempo es el accidente de los accidentes*. Cuando ocurre el accidente parece que el tiempo se detiene. Pero a medida que pasan las horas y los días, caemos en la cuenta de la magnitud de los desastres. El tiempo no borra el daño ni el recuerdo de lo que sufrieron las víctimas; el olvido es la trampa de los victimarios y de las malas conciencias. La memoria colectiva de la catástrofe, aunque siempre dolorosa, es la única garantía para que una sociedad aprenda de sus errores y de sus derrotas.

Virilio destaca otro fenómeno propio del accidente tecnológico: su *militarización*. La guerra y el accidente artificial se entremezclan. Éste replica un estado bélico: el escenario de la catástrofe es como un campo de batalla o prefigura nuevos escenarios de violencia y de desastres. Lo ha producido un enemigo invisible, pero sin declaración de guerra, contra cuya maleficencia se lucha ciegamente. El ejército toma el control de la zona de desastre e impone su disciplina. Un enemigo difuso y "malévolo" ha causado el daño, como sucedió en Chernobyl con la liberación de la radiactividad. Como en toda guerra, también hay mártires del accidente: aquellos que en la extrema necesidad dan su vida para salvar a otros (como los 500 mil soldados que construyeron el sarcófago del reactor cuatro de Chernobyl, muchos de los cuales morirían o enfermarían por la enorme radiactividad a lo que se expusieron).

<sup>77</sup> P. Virilio, *op. cit.*, p. 27.

*Hacia una sociedad global reflexiva y autocrítica*

Como lo señala Ulrich Beck, la tesis de la sociedad del riesgo global no implica una especie de fatalismo y de pasividad política. Por el contrario, el escenario de los riesgos mayores del mundo tecnológico da lugar a que la sociedad se vuelva más reflexiva y consciente de su entorno. La conciencia de los peligros globales puede favorecer la innovación y desarrollo de instituciones políticas internacionales, así como la formación de una "esfera pública global" en la que los ciudadanos empiezan a participar políticamente de manera no convencional. De este modo, surgen lo que Beck<sup>78</sup> denomina "subpolíticas" al margen de la política convencional de los Estados-nación, como medio de acción global y directo que puede conducir a la formación de una verdadera sociedad cosmopolita (en el sentido kantiano) para enfrentar los riesgos mayores del mundo tecnológico. De este modo, se avanzaría hacia una modernidad reflexiva, una modernidad responsable: "una sociedad que se percibe a sí misma como sociedad del riesgo deviene *reflexiva*, es decir, los fundamentos de su actividad y sus objetivos se convierten en objeto de controversias científicas y políticas públicas".<sup>79</sup>

Así pues, las controversias sociales sobre el desarrollo tecnológico implican nuevos problemas de gestión política nacional e internacional. Empero, la participación de la sociedad en el "desocultamiento" y evaluación de los riesgos del mundo tecnológico no puede darse como un proceso de repentina "iluminación" colectiva. Es necesario tener en cuenta la "subjetividad del riesgo objetivo",<sup>80</sup> pues a medida que la sociedad posea mayor información de los efectos de la tecnociencia (no siempre adecuada o bien comprendida), se generará una discrepancia entre los riesgos objetivos

<sup>78</sup> U. Beck, *op. cit.*, p. 30.

<sup>79</sup> *Ibid.*, p. 232.

<sup>80</sup> Cf. José A. López Cerezo y José Luis Luján López, *Ciencia y política del riesgo*, cap. 5.

(calculables hasta cierto punto) y la construcción intersubjetiva de los mismos, esto es, la “objetividad del riesgo subjetivo”.<sup>81</sup>

Lo que refuerza esta percepción del riesgo son los errores que se han cometido en catástrofes anteriores, pero también contribuye la inevitabilidad del accidente tecnológico en una sociedad que ha acelerado e incrementado su capacidad de intervención en la naturaleza entera. La sombra del accidente tecnológico complica la dinámica política para gestionar adecuadamente los riesgos. Como observa Paul Virilio “la percepción del accidente es siempre un accidente de la percepción”, lo que da origen a alteraciones de los paradigmas e instituciones sociales y políticas con los que se intenta resolver las controversias tecnocientíficas.

La nueva naturaleza de los riesgos en el mundo tecnológico depende, pues, de nuestros conocimientos (y desconocimientos) y de nuestros valores, de juicios epistémicos y éticos.<sup>82</sup> Pero no se puede discutir sobre un riesgo si no podemos valorar qué es lo que está en peligro. Valorar un riesgo implica, por tanto, co-construirlo con quienes creen en su posibilidad. Corresponde a la sociedad emprender un proceso heurístico para desocultar los riesgos. *Descubrir* (construir socialmente) un riesgo no es un proceso meramente simbólico, ya que para que podamos construirlo necesitamos percibir su inminencia, intuirlo en la velocidad y en la aceleración de la complejidad tecnocientífica. Nuestra percepción del riesgo ha cambiado y se ha vuelto más aguda por la sencilla razón de que los riesgos objetivos han aumentado en su complejidad interactiva.

Ahora bien, la percepción colectiva de un riesgo razonablemente aceptable dependerá no sólo del avance de la investigación científica para aportar explicaciones y datos relevantes, sino también de la gestión política de los riesgos, del nivel de difusión y comprensión de la información, de los procedimientos de legitimación de

<sup>81</sup> La objetividad del riesgo se plasma en estadística y cálculo de probabilidades, mientras que la intersubjetividad del riesgo se basa en la experiencia de vivir el desastre, la percepción del daño ya vivido en carne propia.

<sup>82</sup> J. A. López Cerezo y J. L. Luján, *op. cit.*, p. 86.

las innovaciones tecnológicas, así como de la capacidad de reflexión ética de las comunidades involucradas. Es éste el gran desafío que enfrentan todas las naciones, pero en particular las menos desarrolladas, como las latinoamericanas, para evitar caer en una verdadera “ilusión trascendental” de que el progreso tecnocientífico sólo puede ser guiado por una élite tecnocrática. Esta ilusión es inevitable si no son capaces de democratizar el conocimiento y el desarrollo tecnocientífico, y si no adecuan sus instituciones políticas para la interacción deliberativa y la participación ciudadana en los procesos de innovación.

En el mundo tecnológico es posible y necesaria la formación de una sociedad global reflexiva y autocrítica que democratice el debate sobre los riesgos que debe enfrentar:

Vivimos en una era de fatalismo tecnológico, una “edad media industrial” que debe superarse con más democracia: demandando más responsabilidades, redistribuyendo la carga de la prueba, estableciendo una separación de poderes entre los productores y los evaluadores de los peligros, entablando disputas públicas sobre diferentes alternativas tecnológicas.<sup>83</sup>

El mensaje central de una conciencia global de los riesgos mayores del mundo tecnológico puede ilustrarse con la parábola que Günther Anders relata sobre Noé y el diluvio que viene: Noé, desesperado porque nadie hacía caso del anuncio del diluvio que había recibido, decide vestirse de luto y pasearse por la plaza central del pueblo. Los curiosos comienzan a preguntarle quién se ha muerto. Noé les replica que muchos han muerto y que entre los que lo escuchan están los fallecidos. La concurrencia está ahora intrigada y le pregunta: “¿y cuándo ha tenido lugar tal catástrofe?, Noé”. Él responde: “mañana”. Entre la confusión y el bullicio por la respuesta, Noé agrega: “pasado mañana, el diluvio será algo que habrá sido. Y cuando el diluvio haya sido, *todo lo que es no habrá existi-*

<sup>83</sup> U. Beck, *op. cit.*, p. 110.

*do jamás*. Cuando el diluvio se haya llevado todo lo que es, todo lo que habrá sido, será demasiado tarde para recordar, pues ya no quedará ninguna persona. Así pues, no habrá ya diferencia entre los muertos y los que les lloran. *Si he venido ante ustedes, es para invertir el tiempo*, es para llorar ahora los muertos de mañana. Pasado mañana, será demasiado tarde.<sup>84</sup>

### *La nueva dimensión de la responsabilidad humana*

Como lo había argumentado Hans Jonas, el crecimiento descomunal del poder tecnológico nos sitúa ahora ante una responsabilidad de dimensión extendida y creciente en la misma medida en que aumenta dicho poder. La responsabilidad humana se ha vuelto, en verdad, *cósmica*. Pero no hemos todavía cobrado conciencia plena de este *factum histórico* que nos compromete con el futuro de la humanidad e incluso de la biosfera en su conjunto. El aumento del poder tecnológico implica un nuevo y distinto grado de responsabilidad, para el cual la tradición ética no nos ha preparado. Los antiguos preceptos de esta tradición son vigentes para el ámbito personal e interpersonal, pero son insuficientes para la esfera global de la acción tecnológica colectiva que se extiende por toda la Tierra y temporalmente hacia el futuro remoto.<sup>85</sup>

Surgen entonces nuevos problemas éticos: *a)* ¿quiénes deben y mediante qué procedimientos determinar la viabilidad de las innovaciones tecnológicas y establecer los criterios de riesgos razonablemente aceptables?; *b)* ¿quiénes tiene responsabilidad ante los daños causados por las innovaciones tecnológicas?; *c)* ¿qué tipo de pruebas son suficientes para determinar que una realización tecnológica es inocua o comporta un riesgo aceptable?; *d)* ¿cómo deben decidirse las compensaciones y soluciones a los daños ya provocados?

<sup>84</sup> G. Anders, *La menace nucléaire. Considérations radicales sûr l'âge atomique*, pp. 29-30.

<sup>85</sup> Véase capítulo sobre Hans Jonas.



El problema primordial para una ética del mundo tecnológico no reside en la distinción entre *buenos* y *malos* usos del poder tecnológico, sino en la *ambivalencia* intrínseca de sus consecuencias necesarias a gran escala. El problema ético del desarrollo tecnocientífico no sólo está en las *malas tecnologías* (los armamentos no convencionales, químicos, biológicos y nucleares, y en las tecnologías más “sucias” e ineficientes desde el punto de vista ambiental), sino también en aquellas tecnologías pacíficas y bien intencionadas que a largo plazo pueden provocar daños irreversibles que no se podrían remediar adecuadamente. Como lo ha advertido Jonas, el riesgo que motiva una interrogación ética reside en los *éxitos* mismos de la tecnología, en su progreso incesante y acelerado, pero también en el hecho de que la tecnociencia se embarca en empresas que apuestan al “todo o nada”, pues comprometen la sustentabilidad de la civilización tecnológica misma. Como Jorge Riechmann señala, “no hay nada tan peligroso como una tecnología a la que no se le permite fracasar”.<sup>86</sup> Las tecnologías que funcionan a una escala reducida pueden ser perfeccionadas en una lógica de ensayo y error, como de hecho ha ocurrido en toda la historia de la técnica. Pero los complejos sistemas tecnológicos globales de nuestro tiempo han incrementado los riesgos, pues un fracaso grave puede implicar un verdadero desastre que no sería posible remediar fácilmente con los medios tecnológicos de los que se disponen. La radiactividad y la liberación al ambiente de organismos genéticamente modificados podrían ser dos casos que ilustren este *riesgo mayor*.<sup>87</sup> Así pues,

<sup>86</sup> Véase Jorge Riechmann, *Un mundo vulnerable. Ensayos sobre ecología, ética y tecnociencia*, cap. XI.

<sup>87</sup> Paul Virilio ha explorado el carácter ampliado de los “accidentes” tecnológicos contemporáneos. Y señala que el peligro aumenta merced al incremento de la “velocidad” en la sociedad tecnológica. Ahora, los accidentes tecnológicos tendrían alcances globales y requerirían de enormes recursos técnicos y económicos para remediar los daños. Así, el incremento de poder catastrófico del accidente técnico se muestra si comparamos, por un lado, los efectos del naufragio del *Titanic*, el “crack” bursátil de 1929, y por otro, los desastres ecológicos causados por derrames petroleros o fugas radiactivas, o los posibles efectos que ocasionaría una “bomba” informática o genética.

una tecnología que se encadena éxito tras éxito en una línea irreversible, y cuyo error o fracaso significaría una catástrofe, nos expone a un peligro que se acrecienta en la medida en que se diversifican y se hacen más complejos los sistemas tecnológicos.

En suma, el creciente y expansivo poder tecnológico ha convertido en objeto de responsabilidad colectiva a la naturaleza terrestre y, en particular, al futuro mismo de la naturaleza humana. La conciencia extendida de esta nueva situación no habría sido posible, en gran medida, sin los diagnósticos como los que hicieron los *anunciadores del riesgo mayor*.

Como una conclusión provisional del análisis que hemos efectuado de los diagnósticos de los *anunciadores*, se puede plantear una hipótesis para una investigación futura. Es necesario reintentar la formulación de principios éticos universales, pero no sobre la base de una concepción moral sustancial o una deontología abstracta, sino reconociendo y respetando la pluralidad histórico-cultural de concepciones y prácticas morales habidas hasta ahora. Y ello es posible si se aprovechan las características sistémicas y de alcances extendidos de las acciones en el mundo tecnológico. Por primera vez en la historia, las culturas coexisten en un mundo interconectado, tanto por las telecomunicaciones, el comercio, la política, como por los problemas ambientales, los desastres naturales o sociales. Los rasgos negativos que los críticos del mundo tecnológico identificaron, como la fragmentación de la vida social, el declive de la razón dialógica, el aplanamiento temporal de la experiencia mundana, etcétera, pueden ser revertidos pues las redes materiales de interconexión del mundo tecnológico y la misma uniformidad de la vida social contienen la potencialidad para soportar un conjunto de valores universales que posean eficacia práctica, en vistas de los objetivos cruciales de preservación y de reducción de riesgos tecnológicos. Tales valores universales (precaución, responsabilidad, justicia, autonomía individual y social, preservación, conservación, remediación, deliberación pública y democrática) no tienen por qué ser contrarios a la diversidad social y cultural ni amenazar a las comunidades tradicionales.

Los *anunciadores* comenzaron a trazar esa ruta al poner en práctica una *razón que da razón* acerca de las consecuencias de un poder tecnocientífico incontrolado en el mundo contemporáneo. Para la razón ética que puede desplegarse a partir de la conciencia del peligro mayor, no pueden prevalecer ya sólo los valores técnico-pragmáticos, económicos, políticos y militares, el beneficio inmediato y el derroche, la actitud antropocéntrica, la irresponsabilidad con respecto a las acciones humanas en el mundo entero. Hace falta, por tanto, contraponer a la racionalidad tecnocientífica valores ético-políticos para reorientar y someter a un examen público aquellas tecnociencias que posean riesgos potenciales sobre la naturaleza y la vida humana.

Los debates y las controversias sobre los efectos de las innovaciones tecnológicas se agudizarán en los próximos años en campos como la tecnomedicina, la ingeniería genética y la biotecnología, las tecnofísicas y tecnoquímicas (la nanotecnología, principalmente), el uso de la energía nuclear y la búsqueda de formas de energía renovable, las tecnociencias sociales (propaganda, ciencias cognitivas, biónica, la Internet y la realidad virtual, la neurofarmacología y las aplicaciones de las neurociencias, etcétera). Es preciso que a través de las controversias se transparenten los fines y los intereses que impulsan el desarrollo tecnológico, y que se difunda ampliamente la información científica para que la sociedad pueda deliberar sobre las consecuencias, fines y circunstancias de esas innovaciones.

Hasta ahora hemos sido más bien usuarios pasivos, beneficiarios con intereses muy inmediatos, víctimas o conejillos de indias del mundo tecnológico, es tiempo de que nos convirtamos en *ciudadanos cosmopolitas* con plenos derechos de decisión autónoma, y que ejerzamos la capacidad de deliberación, de *phrónesis* colectiva y pública para encontrar las mejores vías de desarrollo. Se trata de dilucidar qué tipo de sociedades queremos, en qué medio ambiente, con qué tipo de racionalidad, qué riesgos estamos dispuestos a asumir, qué males hay que evitar, qué imagen del futuro, qué imagen del ser humano queremos preservar y enriquecer.

Así pues, los diagnósticos de los *anunciadores* pueden servirnos de plataforma para construir un sistema de principios para una ética del mundo tecnológico, que contribuya a crear un nuevo “contrato social” para la tecnociencia, como se planteaba ya en la Declaración de Budapest de 1999.<sup>88</sup> Para ello, es necesario democratizar la ciencia y la tecnociencia para reorientarlas mediante un debate público e informado. Así, los principios de la ética del mundo tecnológico podrían impulsar también el rediseño de instituciones políticas nacionales e internacionales para elaborar directrices públicas y regulaciones normativas del desarrollo y la innovación tecnocientíficas.

Pero en esta tarea de innovación moral o verdadera reingeniería de la conciencia pública, de la *res publica*, la ética misma no puede quedar indemne, pues en ella se ponen a prueba diversos conceptos muy caros a la tradición filosófica occidental; a saber, los conceptos de *autonomía*, de *libertad* y de *naturaleza humana*, así como la visión antropocéntrica del mundo que ha sido típica de nuestra civilización y que ha visto a la naturaleza como mero recurso al servicio de los intereses humanos. Es decir, la reflexión sobre los problemas ético-políticos del mundo tecnológico es una tarea que nos obliga a una revisión crítica de los principales paradigmas conceptuales de la tradición ética occidental, a una confrontación con sus limitaciones, pero también con sus potencialidades. Sin embargo, una posible ética para el mundo tecnológico no se propone constituirse como una “nueva” ética que reinvente sus fundamentos. La crítica al antropocentrismo, al ideal utópico del progreso tecnológico, a la concepción instrumentalista de la técnica y a otras limitaciones de las concepciones éticas tradicionales (“especieísmo”, etnocentrismo y consideración inmediateista de los intereses del presente) no implican una ruptura con la ética filosófica occiden-

<sup>88</sup> Conferencia Mundial “La ciencia para el siglo XXI: un nuevo compromiso”, reunidos en Budapest, Hungría, del 26 de junio al 1 de julio de 1999, con los auspicios de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y el Consejo Internacional para la Ciencia (ICSU): <<http://www.oei.org.co/cts/budapestdec.htm>>.

tal, sino una reforma de sus principios y una revisión del alcance de sus concepciones.

Algunos rasgos son imprescindibles para la formación de una *ética global para el mundo tecnológico*. Requerimos una ética fundada en principios con contenido universal que atienda a los problemas globales y que contribuya a resolver las controversias sobre el progreso tecnológico, respondiendo a las necesidades sociales y a los intereses de desarrollo autónomo de las personas. Pero los principios de la ética no pueden ser meramente formales, requieren un contenido axiológico que exprese los intereses mínimos y más universales de la humanidad. La ética del mundo tecnológico se apoyará en el principio de protección de la autonomía y en el de justicia distributiva, para que los beneficios y los riesgos del desarrollo tecnológico se distribuyan equitativamente entre las naciones y entre los individuos, y para que la tecnología sirva a la satisfacción de las necesidades básicas y de desarrollo de toda la humanidad, sin que ello repercuta negativamente en la naturaleza ambiente y en el hábitat de otras especies.

Asimismo, es necesaria en la situación actual una ética que cuestione y corrija el antropocentrismo moral de nuestra civilización, puesto que los intereses de los seres humanos no son los únicos que tienen validez para una comunidad de agentes morales racionales. Fundada en los principios de precaución y de responsabilidad, la ética debe abrirse a la consideración moral de los intereses de la comunidad de vida que habita en la Tierra, para hacerse cargo de los riesgos y posibles daños que la expansión del poder tecnológico ocasiona. La humanidad conserva el puesto de único *agente moral* en el mundo; pero ahora debe ser un agente capaz de responsabilidad extendida: somos nosotros los que debemos proteger a los demás seres vivos y su hábitat porque están ahora a nuestro cuidado. La ética para el mundo tecnológico combinará un antropocentrismo moderado con un biocentrismo acotado: el ser humano debe asumir responsabilidad de las consecuencias de su dominio sobre la naturaleza, para lo cual debe emprender la protección de otras especies; pero no puede basarse en un igualitarismo eco-

céntrico abstracto que conceda el mayor valor a los ecosistemas y a otros seres vivos, y que no considere la irreductible singularidad ontológica de los seres humanos.

También es indispensable una ética para el mundo tecnológico que se enfrente a dilemas y problemas cuyos efectos son de largo plazo y se extienden remotamente, tanto en el tiempo como en el espacio; una ética que defienda el derecho de las generaciones futuras y que prevenga los riesgos mayores cuyas consecuencias serían desastrosas para la naturaleza y para la vida humana.

En síntesis, una ética que construya un nuevo concepto de responsabilidad colectiva y que establezca las bases para una acción ético-política a nivel global, más que para la mera toma de conciencia y acción individual. Para ello, la ética para el mundo tecnológico busca expandir el horizonte de la consideración moral para enfrentar los diversos problemas globales en diversos horizontes: seres humanos/otros seres vivos, intereses individuales/intereses y responsabilidades colectivas, intereses de la humanidad actual/intereses de las generaciones futuras, responsabilidad por lo humano/responsabilidad por la naturaleza en su conjunto.

### *Principios éticos para el mundo tecnológico*

Con el fin de enfrentar los problemas éticos y políticos del mundo tecnológico, requerimos deliberar ampliamente desde un marco de principios y reglas mínimos que cualquiera de los diferentes grupos sociales pueda reconocer como garante de sus propios intereses y aceptarlo como base de un amplio consenso. Considero que un marco ético compuesto por cuatro principios *prima facie*<sup>89</sup> sería el contexto en el que pueden alcanzarse acuerdos sobre las contro-

<sup>89</sup> Estos principios están basados en los que se han formulado como base de la bioética. Véase Tristram Engelhardt, *Los fundamentos de la bioética*, y Tom Beauchamp y James Childress, *Principios de ética biomédica*. En tanto principios, sólo representan el marco general para orientar las discusiones en el intento de resolver las controversias tecnocientíficas.

versias tecnocientíficas. Estos cuatro mínimos éticos son: responsabilidad, precaución, autonomía y justicia. La ética que perfilamos aquí es un sistema interrelacionado entre estos cuatro principios. La regla general es que deben estar equilibrados y traslapados. La condición básica es establecer, como base de cualquier acuerdo, un criterio de mínima satisfacción de sus contenidos. Pero hay que advertir que los principios se relacionan de modos variables y entran en tensión o contradicción. No obstante, tienen que estar jerarquizados en función de los problemas específicos, pero no se puede presuponer en qué condiciones generales es conveniente que predomine uno o varios de ellos sobre los demás. La solución de estos conflictos de valores deberá ser el resultado de las deliberaciones sociales.

En tanto que principios, esos mínimos éticos no deben entenderse como reglas rígidas aplicables deductivamente o como algoritmos para las decisiones. Su aplicación no puede garantizar una plena consistencia entre casos particulares diferentes, pues la resolución en cada caso dependerá de las circunstancias, de la fiabilidad de conocimientos, de los disensos y desacuerdos que surjan en los debates, así como de la calidad de la intervención de los diversos sectores sociales involucrados en las discusiones. Los principios éticos que aquí propongo constituyen un marco racional para tomar decisiones fundadas en consensos, pero no son un procedimiento automático ni de certeza plena; no sustituyen, sino al contrario, dependen de la capacidad deliberativa de una sociedad para tomar decisiones más prudentes, razonables y justas.

La aplicación de dichos principios supone, por tanto, la observancia de normas procedimentales para conducir la deliberación pública en el complicado entorno global del mundo tecnológico; reglas y normas que orienten la resolución de las controversias sobre el desarrollo tecnocientífico de una manera plural, interdisciplinaria, informada, deliberativa y democrática, para alcanzar así acuerdos y consensos mínimos. La deliberación debe hacerse de manera pública contando con la participación de todos los involucrados y directamente afectados (en formas de representación legi-

timadas) para llegar a decisiones normativas de consenso mediante un procedimiento institucional.

El nuevo contrato social para la tecnociencia implica la necesidad de realizar modificaciones en las formas de participación ciudadana para poder tomar las decisiones más cruciales sobre el desarrollo tecnocientífico. Esta participación es indispensable para asegurar el adecuado control y orientación de la tecnociencia en la reducción de sus riesgos inherentes y en la potenciación de sus beneficios para toda la humanidad. Los ciudadanos deben involucrarse mediante diversos mecanismos y formas de representación porque ellos son los evaluadores y destinatarios finales de los sistemas tecnológicos, y porque debe reconocerse, además, que las valoraciones morales son plurales en las sociedades actuales y ninguna de ellas posee el privilegio de contar con verdades y conocimientos incuestionables.<sup>90</sup> Así pues, debemos dejar atrás el modelo tradicional de desarrollo técnico-industrial en el que sólo intervenían los científicos y tecnólogos, o sólo los políticos asesorados por los primeros, en la toma de decisiones sobre el diseño, desarrollo y evaluación del mundo tecnológico.

Para que una sociedad pueda llegar a acuerdos consensuados sobre la mejor forma de orientar el desarrollo tecnocientífico, requerirá este conjunto de principios éticos que pueden ser aceptables para todos, no importa cuáles sean las diversas razones prácticas que los agentes sociales encuentren para ello. Es decir, estos principios pueden tener alcance universal si los diversos agentes sociales<sup>91</sup> convienen en aceptarlos como punto de partida y de llegada de las deliberaciones públicas sobre el desarrollo tecnocientífico. Así, estos principios pueden orientar las deliberaciones

<sup>90</sup> Estos problemas han sido analizados de manera más amplia y sistemática por autores iberoamericanos. Véase León Olivé, *La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento* y F. Broncano, *Entre ingenieros y ciudadanos*.

<sup>91</sup> Científicos y tecnólogos, agentes del gobierno, representantes populares, organismos civiles no gubernamentales, personas directamente afectadas, y cualquier ciudadano con la información básica y dispuesto a confrontar razones y evidencias para alcanzar una solución de consenso mayoritario.



y los debates, en un marco de discusiones argumentadas y racionales, para alcanzar consensos y normas legítimas validadas por las instituciones democráticas. Pero, al mismo tiempo, constituyen un verdadero desafío a los sistemas democráticos hoy existentes, sobre todo a los más jóvenes e inestables como el de nuestro país.

Para la formulación general de estos principios éticos partimos de la convicción de que es necesario que las sociedades contemporáneas innoven sistemas de participación ciudadana democrática<sup>92</sup> para evaluar y supervisar los sistemas tecnológicos en vistas de reducir los riesgos y daños, así como de ampliar de manera equitativa sus beneficios materiales. Ello implica que los ciudadanos estén mejor informados y que quienes participen en las deliberaciones también estén dispuestos a aprender, a escuchar a los expertos y a estar abiertos a todas las posiciones y consideraciones. Las controversias tecnocientíficas pueden constituirse como un medio privilegiado para fortalecer una cultura democrática deliberativa, una forma colectiva de *phrónesis* que eduque a los ciu-

<sup>92</sup> Recientes formas de participación social como las conferencias de consenso, páneles deliberativos o los jurados ciudadanos pueden ser útiles para evaluar las consecuencias de nuevas tecnologías (sociales, ambientales, económicas y políticas) o problemas derivados del uso de tecnologías ya existentes y difundidas (contaminación, problemas de salud, daño ambiental, etcétera). En particular, las conferencias de consenso en Dinamarca, bajo supervisión de su parlamento, se han convertido en un modelo mundial. En este tipo de deliberación ciudadana es posible que se genere en un periodo de tiempo razonable un debate público centrado en argumentos sobre pros y contras a partir de información y datos verificados, reduciendo así la influencia de la propaganda política o de la manipulación social de la información para sesgarla y beneficiar a una determinada posición o interés en el caso que se discute. Sin embargo, la participación ciudadana no puede suplir a los órganos e instancias de decisión establecidos en las constituciones políticas de las naciones, como los parlamentos, congresos o cortes de justicia. La participación ciudadana directa en la toma de decisiones puede darse en aquellos sistemas políticos en los que existe legalmente el referéndum o el plebiscito. Estos mecanismos de decisión se someten a reglas específicas y debieran estar acompañados, en cualquier caso, de consultas, foros de deliberación o conferencias de consenso, pues mientras mejor y mayor información tengan los ciudadanos, serán capaces de contribuir a tomar mejores decisiones para la comunidad y para el planeta entero.

dadanos y que armonice los distintos intereses políticos, económicos, ambientales en torno al mundo tecnológico.



### *Principio de responsabilidad*

Este principio tiene por finalidad la protección y conservación de aquello que tiene un valor intrínseco y que es además vulnerable, es decir, de aquellos bienes que pueden ser afectados por nuestro poder tecnológico, incluso de un modo accidental e imprevisto. Así, los objetos de la responsabilidad son las personas, los seres humanos en general, los seres vivos sintientes, las especies naturales, los ecosistemas y la naturaleza en su conjunto.

La responsabilidad en el mundo tecnológico es tanto individual como social y se extiende en todo el espectro temporal. Como responsabilidad *hacia el pasado* (*post-facto*) conlleva reparar el daño causado a lo valioso y vulnerable; se concreta en deberes como el de la restauración, la remediación o la compensación, y en el caso particular de las personas, la indemnización o la acción afirmativa para contrarrestar pasadas discriminaciones o negación de derechos.

La responsabilidad en el mundo tecnológico tiene dos dimensiones: la ambiental y la social. La sociedad tecnológica debe respon-

der por los efectos negativos y dañinos que ya ha provocado su poder expandido. Todos los miembros de las sociedades actuales somos corresponsables de esos daños que produjeron en el mundo en forma masiva las últimas tres generaciones de seres humanos. Desde luego, deben distribuirse de una manera justa, dentro de cada nación así como entre las naciones, las cargas que resultan de esta responsabilidad global.

Por consiguiente, la responsabilidad implica tanto la obligación de compensar a las víctimas humanas del poder tecnológico<sup>93</sup> como la de salvaguardar especies naturales en peligro de extinción o la de introducir medidas preventivas o precautorias para evitar la posibilidad de daños futuros de gran envergadura y que son irreversibles, como la pérdida acelerada de la biodiversidad.

La responsabilidad consiste en *hacerse cargo* del daño ya provocado a la naturaleza o a la salud humana. Por ello, la responsabilidad se liga con una justicia retributiva. Así, la aplicación de este principio también implica el deslinde de responsabilidades civiles y penales para sancionar a quienes son responsables de daños, desastres y accidentes tecnológicos que pudieron haberse prevenido o que, por omisiones o falta de precauciones, tuvieron consecuencias catastróficas. Ha sido ya una constante que en muchos desastres tecnológicos y ambientales no se finquen las responsabilidades a quienes actuaron negligentemente o bien ocultaron información crucial que pudo haber salvado vidas. El caso más triste y grave sigue siendo el desastre nuclear de Chernobyl en 1986, en el que el gobierno soviético de Gorbachov ocultó criminalmente la información y minimizó los daños ante la comunidad internacio-

<sup>93</sup> No sólo existe la responsabilidad para compensar los daños sufridos por millones de trabajadores en actividades riesgosas que en el pasado se realizaron sin ninguna precaución; por ejemplo, todos aquellos que trabajaron con asbesto y padecieron enfermedades respiratorias y cáncer. En este campo de la reparación o compensación por el daño pasado entrarían también demandas sociales sobre muchas modalidades de explotación laboral, malas e inseguras condiciones, daños directos a la salud, tanto a trabajadores como a los consumidores, así como demandas comunitarias por daños ambientales a sus territorios.

nal. El gobierno soviético fue incapaz de reaccionar eficazmente ante el desastre nuclear y requirió finalmente del apoyo de los demás países. Lo mismo puede ocurrir en cualquier otra nación, pues la magnitud de los riesgos tecnológicos, cuando se convierten en accidentes, desborda los recursos y los sistemas de emergencia de los Estados nacionales. Los desastres que se derivarán muy probablemente del cambio climático global pondrán a prueba de una manera formidable nuestra incipiente capacidad de cooperación internacional para reducir el riesgo y prevenir tales catástrofes.

Por su parte, la responsabilidad *en el presente y hacia el futuro* se concreta en deberes de protección, prevención y previsión, y se encadena directamente con el principio de precaución. Como lo planteó Jonas, la responsabilidad tecnológica se extiende ahora remotamente en el tiempo, pero no tenemos experiencias similares en el pasado que nos enseñen cómo arrostrar estos desafíos. Se trata de un *novum* histórico. El sentido de esta nueva dimensión de la responsabilidad va retroactivamente del futuro (que debemos garantizar para los seres humanos y para muchos otros seres vivos) hacia el presente, en el que debemos proteger a los más vulnerables y amenazados. En esta dimensión de la responsabilidad entran en acción normas y principios como el de "ahorro justo": no es éticamente lícito seguir derrochando los recursos naturales, desequilibrando ecosistemas y perdiendo biodiversidad porque estamos quitándole a las generaciones futuras las condiciones necesarias para alcanzar formas de vida adecuadas; nosotros, en cambio, recibimos de las generaciones anteriores un patrimonio natural y cultural enorme, y unas condiciones muy favorables, en general, para el desarrollo humano. Pero hemos malgastado esta herencia y estamos a punto de echar a perder la oportunidad única que la humanidad tuvo para lograr un desarrollo equilibrado con la naturaleza y equitativo socialmente. Nunca antes la humanidad ha contado con tantos recursos materiales y técnicos, conocimientos y excedentes económicos; y quizá nunca antes había despilfarrado y desaprovechado tantos recursos. La responsabilidad hacia el futuro, o más bien desde el futuro hacia el presente, nos obliga a ser más

prudentes y moderados, a vivir con mayor racionalidad material, a ahorrar y a no desperdiciar la riqueza que poseemos.

Por tanto, la responsabilidad ambiental en el presente se concreta en deberes colectivos de protección a especies en peligro de extinción, así como en la conservación de ecosistemas y poblaciones de seres vivos. En el ámbito social, implica el mantener condiciones de seguridad para los trabajadores y para los consumidores, así como la protección especial de la diversidad humana y, en especial, los derechos de grupos vulnerables: minorías étnicas o culturales, pero también discapacitados, enfermos, ancianos, así como la protección y consolidación de la igualdad de derechos entre los géneros y el pleno reconocimiento de derechos civiles para personas con orientación o identidad sexual minoritaria. El principio de responsabilidad en el mundo tecnológico debe preservar, pero también potenciar y favorecer con los medios tecnológicos, tanto la biodiversidad como la gran diversidad cultural, sexual, política, étnica, lingüística, religiosa, genética o cognitiva de la humanidad. La aplicación del principio de responsabilidad se liga con el principio de justicia para la protección y fortalecimiento de los derechos humanos universales. Éste es uno de sus más importantes cometidos.

Ahora bien, en la protección de lo valioso se producen una diversidad de conflictos de intereses y de verdaderos dilemas éticos. Se impone, por ello, la necesidad de establecer prioridades, pero sin sacrificar las obligaciones principales que la sociedad tecnológica está contrayendo, fundamentalmente la obligación de reducir lo más posible su enorme y perjudicial impacto ambiental. Pero estas prioridades no se pueden establecer *a priori*, paradójicamente, deben ser más bien el resultado de un debate público y democrático continuo.

Por ejemplo, puede considerarse que una acción acorde con el principio de responsabilidad es justa si respeta los derechos de autonomía de las personas. El principio de responsabilidad debe estar en equilibrio con el principio de respeto a la autonomía individual y colectiva. Pero las obligaciones de la responsabilidad social

para contener y reparar los efectos nocivos del poder tecnológico colisionan con el deber de respetar las decisiones autónomas de las personas e incluso de las comunidades. Pues éstas, en tanto agentes morales, pueden decidir no proteger aquello que está de hecho a su cuidado, simplemente porque no son capaces de apreciar su valor intrínseco o porque anteponen sus intereses inmediatos, quizá de urgente necesidad.<sup>94</sup> Un individuo tiene el derecho a ser irresponsable, es decir, a no acatar sus deberes de responsabilidad, arriesgando como efecto de su decisión autónoma su propio futuro o el de su familia. Pero esta conducta no es universalizable. No vale ni es tolerable ya en un plano global y mucho menos en aquellos ámbitos de actividad que implicarían consecuencias de largo alcance. Y aunque pudiera justificarse que una comunidad priorizara su derecho de autonomía para maximizar sus intereses actuales en detrimento de sus obligaciones de responsabilidad hacia las futuras generaciones, estas decisiones tendrían que estar necesariamente limitadas en función de sus efectos empíricamente verificables.<sup>95</sup> No es lícito ya tolerar que cualquier comunidad humana destruya ecosistemas o derroche recursos naturales, aunque tenga razones de necesidad actual y urgente para emprender tal tipo de conducta. La satisfacción de las necesidades básicas de las comunidades humanas tiene que ser un asunto de corresponsabilidad global y de justicia social, pero no se contrapone esencialmente a las responsabilidades de protección ambiental.

Por tanto, la aplicación del principio de responsabilidad necesita establecer heurísticamente jerarquizaciones axiológicas. Por ejemplo, en cuanto a los conflictos entre los intereses de los seres humanos y los intereses de otros seres vivos, las necesidades básicas de las personas, su supervivencia y su seguridad, deben tener

<sup>94</sup> Mucho se ha discutido sobre que la protección ambiental será inútil e ineficaz en los países subdesarrollados, si a la par no se resuelven las necesidades básicas de los más pobres.

<sup>95</sup> Por eso carece de validez ética la defensa que algunas naciones (Estados Unidos, principalmente) hacen de sus intereses económicos para no suscribir los acuerdos mundiales de reducción de emisiones contaminantes.

prioridad sobre los intereses de otros seres vivos,<sup>96</sup> pero ello no implica que las personas se arroguen el derecho de sacrificar la vida de millones de seres vivos. El uso de los animales para la alimentación, la investigación científica o para el trabajo productivo debe preservar el equilibrio de poblaciones de animales y evitar, en lo posible, el sufrimiento de animales sintientes. Pero las necesidades secundarias de los seres humanos (culturales, rituales, festivas, estéticas o lúdicas), que pueden afectar directa o indirectamente la vida o las condiciones de vida de animales sintientes o de poblaciones enteras de animales, no tienen prioridad sobre los intereses de esos otros seres vivos. Ahora bien, entre los seres vivos que debemos proteger tienen prioridad las especies en peligro de extinción, así como aquellas que son afectadas directa y masivamente por nuestras acciones (por ejemplo, mediante la destrucción de hábitats). Pero no deberíamos actuar para favorecer arbitrariamente a tal o cual especie con la que simpatizáramos si ello causara desequilibrios en los ecosistemas naturales. En cambio, tenemos la responsabilidad de controlar o incluso reducir la población de especies exóticas que se han vuelto depredadoras o que desequilibran un ecosistema, si es que hemos sido nosotros la causa directa o indirecta de que hayan invadido territorios en los que naturalmente no hubieran podido emigrar.<sup>97</sup> En estas obligaciones de protección también se incluyen como prioridades la conservación de ecosistemas y de recursos vitales como el agua dulce, los suelos, los bosques o elementos minerales en dichos ecosistemas.

<sup>96</sup> En algunas comunidades de África oriental, debido a las malas condiciones habitacionales derivadas de la pobreza, los pobladores viven amenazados por los ataques de animales carnívoros que han aprendido que los seres humanos son presas fáciles. En estos casos extremos, los intereses de los seres humanos deben prevalecer sobre las necesidades (el hambre) de otros mamíferos.

<sup>97</sup> Un ejemplo de este fenómeno se muestra en el espléndido documental de Hubert Sauper *La pesadilla de Darwin* (2005), que muestra cómo el lago Victoria ha sido colonizado por la perca del Nilo, un pez introducido por los humanos para disponer pescado barato en abundancia; pero este pez se ha vuelto un depredador sin competencia y ha ocasionado un serio desequilibrio ecológico en todo el lago.

La responsabilidad elemental de conservación y protección indica que ya no es éticamente correcto que las personas y las comunidades humanas antepongan sólo sus intereses o necesidades *secundarias* (no esenciales para su supervivencia e incluso para su desarrollo cultural) en afectación a los intereses vitales de otros seres vivos y, ante todo, provoquen con ello sufrimiento a muchos animales sintientes.

Como se ha visto, el principio de responsabilidad busca la preservación o la realización de un bien. Además de los bienes intrínsecos de la naturaleza o de la diversidad cultural, tenemos que considerar a los *bienes tecnológicos*: éstos no sólo son objetos, artefactos y sistemas técnicos, también son los conocimientos científicos y tecnológicos, las instituciones que los generan y las estructuras sociales que se vinculan con la producción de innovaciones tecnocientíficas. Todos estos bienes tecnológicos constituyen un patrimonio universal: cognoscitivo, cultural, material y simbólico. La responsabilidad de preservar y enriquecer el patrimonio tecnocientífico es también un deber de protección de un bien común: la diversidad tecnológica.<sup>98</sup> Esta responsabilidad implica mantener abiertas alternativas a los sistemas técnicos actuales, además de impulsar el desarrollo de investigaciones para mejorar las tecnologías existentes. El impulso a la investigación tecnocientífica se vuelve decisivo: el conocimiento científico y tecnológico es un bien fundamental que hay que incrementar, difundir y proteger. En particular, un tipo de conocimiento específico debe promoverse e incrementarse: el estudio de la complejidad sistémica del mundo tecnológico y de las repercusiones éticas y políticas de la concatenación misma de los sistemas tecnológicos. Estos conocimientos provienen de la filosofía, de las ciencias sociales y de ramas de las ciencias naturales con visión holística, como la ecología. La investigación sobre el mundo tecnológico debe enriquecerse, pues, con la

<sup>98</sup> Véase el epílogo "los viejos cacharros nunca mueren", en F. Broncano, *Mundos artificiales. Filosofía del cambio tecnológico*.



cooperación y la interacción entre la ciencia y la tecnología, por un lado, y las ciencias sociales y la filosofía, por otro.

Se contraponen a este deber de difusión y enriquecimiento del saber sobre el mundo tecnológico, la tendencia actual a la privatización del conocimiento tecnocientífico a través de las patentes, así como el "secreto" industrial cuando se trata de diseños que pueden implicar riesgos considerables. La protección de la propiedad intelectual y el fomento de la innovación industrial no deberían estar por encima de los intereses sociales comunes y de las necesidades de seguridad ambiental o sanitaria.

Por otra parte, la responsabilidad hacia los bienes tecnológicos implica también distribuir de la manera más justa y equitativa el acceso a aquellos bienes tecnológicos que contribuyen a un bien social fundamental: incrementar o posibilitar la autonomía y la libre decisión de las personas sobre sus propias vidas. En este punto la responsabilidad por preservar los bienes tecnológicos se vincula con el principio de justicia distributiva, como veremos más adelante.

Ahora bien, el núcleo mismo de la responsabilidad consiste en una regla primordial: someter toda innovación tecnocientífica a una evaluación previa de sus fines, medios y sus posibles efectos sobre la naturaleza y sobre la sociedad. Pero no solamente es preciso evaluar sus efectos evidentes, inmediatos y ostensibles, sino también sus probables efectos, sus consecuencias latentes y no inmediatas. Debemos monitorear y supervisar cada tecnología cuidadosamente y nunca cerrar por completo otras alternativas; mas sólo será legítimo desactivar o retirar un sistema tecnológico si poseemos evidencias de riesgos de envergadura mayor. Cuando existe la posibilidad de riesgos mayores, el principio de responsabilidad se vincula con el principio de precaución: vale más la prudencia o incluso la abstención de la acción que incurrir en un riesgo mayor. Pero además nos obliga a modificar, controlar o eliminar toda tecnología que tenga un poder destructivo incontrolable e irreversible sobre la naturaleza o las condiciones de vida humana, como lo son los armamentos nucleares, químicos o biológicos, o como podrían ser algunos experimentos en nanotecnología.

Es necesario evaluar y vigilar cualquier innovación tecnocientífica, pero ello implica la capacidad de realizar investigación científica que sea independiente de los intereses económico-industriales, políticos y militares. La conciencia de la responsabilidad tecnocientífica depende de la adecuada difusión pública de las investigaciones sobre los riesgos y las consecuencias de las tecnologías. Estas investigaciones pueden extenderse para que dispongamos así del tiempo suficiente para ponderar en un debate público razonado estas consecuencias y para poder asumir los riesgos que sean necesarios o inevitables, pero contando con el consentimiento informado de las personas y de las comunidades. Por ello, el principio de responsabilidad nos obliga a desacelerar el desarrollo tecnocientífico, a extender el tiempo de las pesquisas y las inspecciones, así como el de los debates públicos, siempre que sea factible, pero de ningún modo implica coartar ni prohibir el desarrollo tecnocientífico.

En contraste, los deberes de responsabilidad son urgentes en aquellos ámbitos en los que sí conocemos, incluso con mucha certeza, los daños y efectos nocivos de nuestros sistemas tecnológicos. Allí es preciso actuar con oportunidad, reforzar los acuerdos mundiales, y ejercer presión contra los intereses económicos y políticos que se niegan a asumir compromisos ambientales necesarios, como el de la reducción de las emisiones de gases contaminantes que contribuyen al calentamiento global.

La responsabilidad da lugar a una serie de normas y leyes prudentiales para regular adecuadamente el desarrollo incesante de la tecnociencia. El control social debe realizarse no sólo sobre los efectos complejos y sistémicos, muchas veces insospechados, de las aplicaciones tecnológicas, sino desde el proceso mismo de la investigación científica, ya que ésta ya no es, en la mayoría de los casos, puramente teórica ni desinteresada, sino que está inmersa en la dinámica pragmática de la tecnociencia. Asimismo, la responsabilidad obliga a una discusión democrática sobre las prioridades de investigación y desarrollo para cada nación, en función de los principales problemas globales que enfrentamos.

Si queremos experimentar, por ejemplo, con nuevas entidades artificiales —como los organismos genéticamente modificados (OGM), partículas nanotecnológicas, clones o embriones para diversos fines técnicos— tendremos que asumir responsabilidades mayores y reglamentaciones globales más estrictas que las que usualmente existen con otros artefactos que no poseen tan alto grado de organicidad o de complejidad. El negocio multimillonario que algunos anticipan en campos como el de la biotecnología deberá tener restricciones de seguridad ambiental, sanitaria e incluso socioeconómica. Se trata de una responsabilidad compartida socialmente por la complejidad artificial sin precedentes que hemos creado en el mundo tecnológico. Los nuevos artefactos, derivados de la biotecnología o la nanotecnología no son análogos a entidades “naturales”, pues su constitución material ha sido intervenida y han sido producidos con la intención de conferirles un fin técnico-pragmático; se requiere un proceso de análisis minucioso de su estatus específico puesto que es ambiguo: natural/artificial, pero esencialmente es *artefactual* y por eso somos responsables de ellos. La tecnociencia se distingue de las tecnologías convencionales por su capacidad para instrumentalizar a los organismos o para reconfigurar la materia inorgánica produciendo nuevas formas de complejidad artificial (material, formal y final) que no tienen precedentes en la naturaleza. La tecnociencia ha logrado que un organismo vivo pueda ser instrumentalizado reconfigurando su composición genética; podríamos producir transgénicos humanos o animales para diversas finalidades pragmáticas, podríamos quizá “fabricar” sintéticamente formas nuevas de vida emulando a la evolución. En ello hay potencialidades que asombran, pero también riesgos que debemos analizar.

Sobre la base del reconocimiento de la nueva complejidad artefactual pueden negociarse normas y controles globales, pero no prohibiciones absolutas, como de hecho ha sucedido en recientes acuerdos mundiales como el Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad (2000). Estos ordenamientos instituyen medidas provisionales y revocables, sobre todo si se trata de acciones precautorias. De

ningún modo la aplicación del principio de responsabilidad conlleva el freno a la investigación tecnocientífica sin más, ni mucho menos un obstáculo a la generación de nuevos conocimientos. Por ello, no tiene fundamento aquella objeción que sostiene que el discurso de la responsabilidad sobre la tecnociencia está asociado con una intención retrógrada de “detener” o “prohibir” el desarrollo del conocimiento tecnocientífico o de interrumpir el necesario crecimiento económico.

Por el contrario, la responsabilidad implica, al mismo tiempo, impulsar el desarrollo de investigaciones científicas independientes de los intereses mercantiles y de los poderes políticos y militares con el fin de buscar alternativas viables y compatibles con los principios del desarrollo sostenible. Pero no se puede confiar que el mercado mundial sea la única instancia reguladora para la mejora y mayor eficiencia de artefactos y sistemas tecnológicos. Aunque los factores de seguridad social y ambiental inciden cada vez más en la dinámica del mercado mundial (pues los consumidores lo exigen en muchos países), es indispensable que se siga desarrollando investigación básica, que puede ser auspiciada por los Estados, las universidades y los organismos de la cooperación internacional, para prevenir y anticipar los efectos negativos de cualquier sistema tecnológico, así como para divulgar todo el conocimiento disponible sobre los riesgos y daños (he aquí una de las responsabilidades primarias de los científicos), para que la sociedad misma sea la que tome decisiones autónomas mediante procedimientos legitimados que fomenten una amplia discusión y una abierta participación social.

Así pues, un factor decisivo para evaluar el nivel mismo de la responsabilidad social en el mundo tecnológico es la presencia de investigación científica prospectiva independiente de los intereses industriales y comerciales, que esté al servicio de los Estados y de organismos internacionales para realizar una adecuada evaluación del riesgo, para inspeccionar y supervisar las innovaciones y buscar mejoras a las tecnologías existentes. Asimismo, dicha investigación independiente tiene como fin la difusión más amplia posible de

información corroborada, la educación científica de la sociedad y la consolidación de una cultura pública tecnocientífica.

Los científicos y los tecnólogos tienen la responsabilidad de comunicar a la sociedad lo que se sabe y también lo que se ignora o apenas se sabe con un grado de certeza menor; los políticos y los gobernantes tienen la responsabilidad de asesorarse en los científicos y tecnólogos y de escuchar todas las opiniones sociales; por su parte, los ciudadanos tienen la responsabilidad de conocer y demandar toda la información sobre los efectos de los sistemas tecnológicos, así como la de participar de manera informada y argumentada en las deliberaciones y, eventualmente, en las decisiones sobre políticas públicas. La opinión de los expertos es indispensable y crítica como asesores permanentes del resto de la sociedad, pero las decisiones sobre riesgos y beneficios (ambientales y sociales), acciones y consecuencias tienen repercusiones éticas que cualquier ciudadano no está capacitado, si está adecuadamente informado, para valorar y, por tanto, para colaborar en la toma de la decisión más idónea.

El carácter complejo de los nuevos artefactos que se introducen en el mundo implica que debe ponerse límites a algunos intereses sociales en dichas tecnologías, como los que están centrados únicamente en el lucro o rentabilidad económicos (aunque se revistan de una retórica humanitarista). Aquí puede haber conflictos con las libertades económicas y las necesidades productivas estratégicas de las naciones. Por eso la regla fundamental derivada de la responsabilidad nos indica que los proyectos tecnocientíficos deben ser sometidos, desde sus primeras fases, al escrutinio público y al debate entre diferentes agentes sociales para que se garantice la seguridad y un nivel de riesgo aceptable, en función de intereses legitimados y consensuados (la salud, la bioseguridad, la protección ambiental, la equidad social, el desarrollo sustentable, la justicia socioeconómica, la protección de las diferencias culturales, los derechos de las minorías étnicas, etcétera).

En suma, el gran desafío para la política del mundo tecnológico es la necesidad de crear nuevas formas de participación ciudadana, que sean efectivas y que se coordinen con las instituciones

políticas existentes. No planteamos para nada una idea ingenua de democracia directa, asambleística, ni podemos confiar en el poder desbordado y casi siempre manipulado de las “movilizaciones sociales” o en la estridencia estéril de los movimientos altermundistas. La participación ciudadana en una sociedad democrática debe darse en un marco de derecho y mediante procedimientos institucionales de resolución de controversias y conflictos de valores, y no mediante la lucha descarnada y/o violenta entre grupos de poder e intereses políticos y económicos.

El gran desafío es la democratización de la tecnociencia, pero ello implica una transformación misma de las democracias representativas y de sus instituciones políticas. Es evidente que hay una crisis en las democracias formales de todo el mundo por la concentración de poder hegemónico de grupos de interés que presionan o que ejercen una gran influencia sobre los gobiernos (tanto los sindicatos, las mafias o los grupos industriales y financieros y las grandes corporaciones transnacionales), que cabildan en los parlamentos y congresos legislativos o que controlan la información pública a la que no tienen acceso la mayoría de los ciudadanos. El peligro que se cierne sobre las democracias representativas formales y legítimamente constituidas es la cada vez más disminuida autonomía de las personas para tomar decisiones sobre políticas tecnocientíficas que afectan a su propia vida.

### *Principio de precaución*

Se ha postulado en los años recientes el principio de precaución como un conjunto de medidas que tienden a modificar, suspender o retirar un sistema o acción tecnocientífico cuando éste implica la *plausibilidad*<sup>99</sup> de un daño inaceptable para el medio ambiente o para

<sup>99</sup> La plausibilidad, a diferencia de la probabilidad, no indica que una hipótesis plausible es más probable, sino que es más atendible porque comprende una posibilidad de consecuencias más serias que otras. Cuando no es posible determinar el grado de probabilidad de un daño es menester atender aquellas

la sociedad, aunque no exista certeza científica suficiente y pruebas contundentes de ello, y si el posible daño es irreversible, expandible a gran escala, incalculable o posiblemente mayor al beneficio proyectado.<sup>100</sup> El daño inaceptable puede implicar afectaciones al medio ambiente y a la sociedad que pongan en peligro la vida, la salud o los derechos humanos o que impongan cargas y problemas injustos para las generaciones futuras.

Existen diversas definiciones del principio de precaución, la más difundida es la que se propuso en la Cumbre de Río de 1992.<sup>101</sup> Entre todas las versiones de este principio hay elementos comunes:<sup>102</sup> *a)* el contexto de aplicación se caracteriza por una situación de incertidumbre sobre la probabilidad, la magnitud y las causas de un daño posible, *b)* sin embargo, es indispensable un previo análisis científico sobre la plausibilidad de los riesgos; la mera suposición o las sospechas infundadas no son suficientes para disparar el principio de precaución, *c)* la precaución se distingue claramente de la prevención, pues ésta se aplica cuando sí se conoce la probabilidad de un daño, *d)* el riesgo que es objeto del principio de precaución se refiere a daños de una envergadura seria (ambiental y/o social), sistémica (que involucra a varios sistemas tecnológicos), irreversible, global y transgeneracional, *e)* no se espera que el riesgo se reduzca a cero, sino que se mantenga en un nivel socialmente aceptable; las medidas precautorias deben ser proporcionales y no exceder los costos posibles de los riesgos, *f)* la aplicación de medidas precautorias implica la necesidad de realizar más investigaciones y seguimientos para recolectar mayor evidencia de los riesgos.

La muy común objeción de que quienes defienden el principio de precaución están pidiendo una imposible reducción del riesgo a

hipótesis que implican un riesgo mayor, es decir, las más plausibles, para establecer medidas precautorias. Véase COMEST, *The Precautionary Principle*, p. 15.

<sup>100</sup> *Ibid.*, pp. 13-16.

<sup>101</sup> El artículo 15 de la Declaración de Río afirma: “[...] cuando existe la amenaza de serios o irreversibles daños, la falta de certeza científica plena no debe ser usada como razón para posponer medidas efectivas para prevenir la degradación ambiental”.

<sup>102</sup> Cf. COMEST, *op. cit.*, p. 14.

cero es falsa y tendenciosa. El principio de precaución no rechaza todo riesgo y todo tipo de daño que sea efecto de una acción tecnológica, ante todo, porque muchos de los efectos son imprevisibles; indica más bien que el daño o mal esperado no debe ser incalculable u ostensiblemente mayor al beneficio proyectado en el tiempo. Los daños y riesgos deben mantenerse en un nivel socialmente aceptable, siempre y cuando no impliquen una distribución injusta entre los miembros de la comunidad. Es decir, también se debe considerar como un riesgo alto el incremento de la desigualdad socioeconómica o sociopolítica y la disminución de la autonomía individual o colectiva.

Por consiguiente, el principio de precaución se basa en la determinación de riesgos inciertos pero no insignificantes. Se debería aplicar cuando no puede prevenirse la probabilidad de un daño serio, e implica una inversión de la "carga de la prueba" para la introducción de innovaciones de alta complejidad tecnológica. Éstas deben analizarse para averiguar si conllevan riesgos mayores, y no esperar a que se demuestren efectos negativos para que se supervisen y controlen. Si no existen evidencias de riesgos mayores (físicos, biológico-genéticos, sociales o políticos), entonces lo que procede sería establecer regulaciones prudenciales, revisables y reversibles en el transcurso de la investigación y del debate ético-político, porque no existe una única manera correcta para que una sociedad esté siempre de acuerdo sobre qué cosa es un riesgo mayor. Por tanto, no puede darse una única forma de gestión social del riesgo. El problema siempre será controversial y debatible.

Todo riesgo está relacionado con decisiones que se deben tomar en situación de incertidumbre (precisamente porque el riesgo es sólo la posibilidad de un daño a algo que se considera socialmente valioso). Pueden cometerse errores en esas decisiones, tanto por exceso como por defecto de precaución. Sin embargo, los errores de percepción del riesgo cuando se cae en un *falso positivo* (el riesgo era menor de lo esperado o simplemente no existía) pueden ser gravosos en términos de desarrollo industrial y competitividad económica para un país. En cambio, el *falso negativo* (el riesgo era mayor de



lo que se calculaba o simplemente no se creía que existía) desencadena daños ambientales y sociales (por ejemplo, a la salud pública) más amplios y extendidos; y si el caso tiene implicaciones legales, los responsables del daño tecnológico quedan impunes. Se suele argumentar que la aplicación del principio de precaución produce el “riesgo” de caer en falsos positivos, y que éstos son perjudiciales para la economía. Empero, lo que ha sucedido en los últimos años es la mayor incidencia de falsos negativos que de falsos positivos. Esta disparidad está aumentando en la misma medida en que los sistemas tecnológicos tienen mayor poder de intervención en la naturaleza entera y sus efectos son más difíciles de calcular y de anticipar por la complejidad creciente del mundo tecnológico. He aquí un ejemplo claro del “desfase prometeico” del que hablaba Anders.

El principio de precaución supone la puesta en práctica del principio de responsabilidad; o dicho de otro modo, la precaución es una forma de responsabilidad. Viceversa, la responsabilidad supone formas preventivas y precautorias de acción. Sin embargo, también es evidente que las situaciones de riesgo pueden derivarse del incumplimiento de responsabilidades, por acción u omisión. La aplicación del principio de precaución también es un complemento necesario o incluso una corrección a las fallas de la responsabilidad social e individual.

No obstante, debe aclararse que la aplicación del principio de precaución no sustituye a las *acciones preventivas*, aquellas que deberían evitar los daños y efectos negativos que *ya* conocemos. Cuando esto sucede, entonces no ha habido falta de precaución sino de *prevención*, y por ello es imputable responsabilidad civil y penal. El principio de precaución actúa, en cambio, cuando no tenemos certeza científica de la probabilidad de algún efecto que se considera nocivo, es decir, cuando sabemos poco y, sin embargo, tenemos que actuar para reducir el riesgo.

Por tanto, la precaución no suple ni encubre la irresponsabilidad, sino que constituye una forma de *responsabilidad socialmente compartida* y que puede liberar a muchos individuos de la enorme carga de decisiones técnicas o políticas, para las cuales ningún su-

jeto está adecuadamente preparado. Esta “sobre-responsabilidad” que *de facto* existe y se acrecienta en el mundo tecnológico es precisamente uno de los factores de mayor riesgo. Si una sociedad es precavida puede disminuir el peso de tales responsabilidades desbordantes que agobian a quienes tienen que tomar decisiones cruciales. Es una mejor y más justa forma de distribución de la responsabilidad en toda la sociedad. Precisamente porque la responsabilidad tecnocientífica ha crecido desmesuradamente en los últimos años, es necesario actuar precautoriamente para que nadie se vea sobrepasado por una responsabilidad que humanamente, con nuestras limitaciones cognitivas y éticas, no somos capaces de enfrentar.

En cuanto a la participación social, la razón fundamental por la cual los ciudadanos deben intervenir en la evaluación y gestión de los riesgos tecnocientíficos es que los sistemas tecnológicos están destinados a satisfacer determinadas necesidades sociales; son las personas las que deben examinar qué tan eficientes son y cuáles son los beneficios reales de su utilización. Pero además, esta evaluación debe ser plural porque las valoraciones dependerán de las prácticas e intereses diversos que tengan los usuarios y destinatarios.

Así pues, la necesidad de la participación social en la gestión de los riesgos no sólo posee conveniencias pragmáticas (para no generar resistencias o reticencias sociales y legitimar una innovación), sino que es indispensable porque los agentes humanos forman parte esencial de los sistemas tecnológicos, pero están imbuidos en ellos o sometidos a su poder. La participación política de los ciudadanos en la evaluación del desarrollo tecnocientífico es una vía para superar la alienación o, al menos, la condición subordinada y pasiva en la que se encuentran muchos de los sujetos humanos en el mundo tecnológico. Es un medio privilegiado para que los individuos puedan recuperar su puesto como sujetos reflexivos y autoconscientes, para ser ciudadanos en pleno ejercicio de sus derechos civiles y políticos, capaces de cuestionar el imperativo tecnológico que intenta justificar cualquier innovación como un *avance necesario*, así como de valorar las tecnociencias en sus

consecuencias efectivas, determinando cuáles son aquellos fines y bienes comunes a los que la sociedad debe dar prioridad.

El principio de precaución es nuestro único faro para navegar en un ambiente de incertidumbre e imprevisibilidad inherente al mundo tecnológico, como sostenía Ellul. Por ello, se ha incorporado, no sin dificultad, en legislaciones ambientales, sanitarias y de bioseguridad. La ardua y ya dilatada discusión sobre la aplicación de este principio gira primordialmente en torno al problema de cómo interpretar la "ausencia" de certeza científica, y aún así justificar la necesidad de acciones precautorias que van de la supervisión, la trazabilidad y el rastreo hasta la moratoria o la prohibición de acciones y sistemas tecnológicos.

Reafirmemos: el principio de precaución se activa cuando el riesgo es considerable, pero incierto. Se puede decir que sólo hay indicios científicos del riesgo mas no pruebas, pero el no actuar a tiempo puede implicar aumentar el riesgo o convertirlo en peligro muy próximo. Es decir, en estos casos continuar con la acción habitual, o no hacer nada para modificarla, parece comportar el mayor de los riesgos. Por eso una sociedad entera puede verse en la disyuntiva de tomar una decisión que tiene consecuencias cruciales en el futuro inmediato o mediato.

En consecuencia, el principio de precaución sopesa o compara dos tipos de riesgos: seguir actuando igual o modificar las prácticas asumiendo los efectos que se deriven de esta decisión. Sin embargo, el principio de precaución no equivale siempre a una abstención o a una moratoria *de facto*. El objetivo de la precaución es reducir los riesgos o desactivar las fuentes que los generan. El principio de precaución debe acompañar atentamente el desarrollo y la innovación tecnocientífica para gestionar adecuadamente el riesgo que es intrínseco al despliegue del poder tecnológico en su intrincada complejidad global.

La aplicación del principio de precaución dependerá de cinco variables fundamentales: *a*) el análisis de la percepción social de los riesgos (ello implica esclarecer las discrepancias entre sectores sociales, los cambios en la percepción pública derivados de los de-

bates y de nuevos conocimientos, la influencia de factores culturales, históricos, psicológico-sociales); *b*) el nivel de conflicto entre los intereses industriales-económicos, militares o políticos que están en juego y que se contraponen a los intereses de otros grupos ciudadanos; *c*) la viabilidad técnica y económica de revertir o retirar una innovación tecnológica, así como el encadenamiento real de los sistemas tecnológicos, que puede ser una de las fuentes no ostensibles del riesgo, *d*) el estado de los conocimientos científicos sobre dichos riesgos, esto es, qué se sabe con precisión y qué se ignora; *e*) el grado de disenso o de inconmensurabilidad entre los valores, concepciones o posiciones morales que han entrado en conflicto. Es claro que las controversias tecnocientíficas no se reducen a una discusión de razones y evidencias científicas, sino que implican un conflicto de intereses, valores, creencias e ideologías políticas, y por tanto, se convierten, en muchas ocasiones, en debates sociales muy agudos que se enardecen como parte de la cultura política y la correlación específica de sus fuerzas al interior de un país o de una región determinada del mundo.

En suma, para salir avante de estos conflictos políticos derivados de la dinámica tecnocientífica es necesario, como hemos venido insistiendo, que la resolución de las controversias se dé en un marco de participación ciudadana al abrigo de las instituciones republicanas de las democracias contemporáneas.

#### *Principio de autonomía y consentimiento informado*

El principio de autonomía debe interpretarse en el sentido de que cada acción tecnológica tiene que contar con el consentimiento informado de las personas y comunidades que serán directamente beneficiadas y probablemente afectadas. En el mundo tecnológico es esencial el derecho de los ciudadanos a deliberar sobre las innovaciones tecnocientíficas y a elegir, con la información suficiente, los riesgos que están dispuestos a asumir con conocimiento de causa, desde sus propios valores y parámetros culturales. Las perso-

## BIBLIOGRAFÍA

### DE LOS ANUNCIADORES

ANDERS, Günther:

*Die Antiquiertheit des Menschen 1. Über die Seele im Zeitalter der zweiten industriellen Revolution*, München, Beck, 1956. [*L'obsolescence de l'homme. Sur l'âme à l'époque de la deuxième révolution industrielle*. París, Encyclopédie des Nuisances, 2002].

*Die Antiquiertheit des Menschen 2. Über die Zerstörung des Lebens im Zeitalter der dritten industriellen Revolution*. Munich, Beck, 1980.

*Nosotros, los hijos de Eichmann*. Barcelona, Paidós, 2001.

*Llámele cobardía a esa esperanza*. Bilbao, Besatari, 1995.

*Más allá de los límites de la conciencia. Correspondencia entre el piloto de Hiroshima Claude Eatherly y Günther Anders*. Barcelona, Paidós, 2003.

"On the Pseudo-Concreteness of Heidegger's Philosophy", en *Philosophy and Phenomenological Research*. Nueva York, Universidad de Búfalo, vol. VIII, núm. 3, marzo de 1948.

*La Menace nucléaire. Considérations radicales sùr l'âge atomique*. Mónaco, Rocher, 2006.

*Le temps de la fin*. París, L'Herne, 2007.

*Filosofía de la situación* [antología]. Madrid, Libros de la Catarata, 2007.

ELLUL, Jacques:

*La Technique ou l'enjeu du siècle*. París, Armand Colin, 1954. [*El siglo XX y la técnica*. Barcelona, Labor, 1960; *La edad de la técnica*. Barcelona, Octaedro, 2003].

*Le système technicien*. París, Calmann-Lévy, 1977.

*Le bluff technologique*. París, Hachette, 1988.

HEIDEGGER, Martin:

*Sein und Zeit*. Tübingen, Max Niemeyer, 2001. [*Ser y tiempo*. Trad. de Jorge Eduardo Rivera. Santiago de Chile, Editorial Universitaria, 1998] [*El ser y el tiempo*. Trad. de José Gaos. México, FCE, 1985].

*Introducción a la metafísica*. Barcelona, Gedisa, 1993.

*Wegmarken*. Fráncfort del Meno, Klostermann, 1967. ["De la esencia de la verdad", "Carta sobre el humanismo", en *Hitos*. Madrid, Alianza, 2000].

*Vorträge un Aufsätze*. Pfulligen, Neske, 1967. ["La pregunta por la técnica", "Ciencia y meditación", "Superación de la metafísica", "Construir, habitar, pensar", "La cosa", en *Conferencias y artículos*. Barcelona, Ediciones del Serbal, 1994].

*Gelassenheit*. Pfulligen, Neske, 1959. [*Serenidad*. Barcelona, Ediciones del Serbal, 1989].

*Holzwege*, Fráncfort del Meno, Klostermann, 1950. ["El origen de la obra de arte", "La época de la imagen del mundo", "¿Y para qué poetas?", en *Caminos de bosque*. Madrid, Alianza, 1996].

*Die Technik und die Kehre*. Pfulligen, Neske, 1962.

"La cosa", "La vuelta (*Die Kehre*)", "¿A qué se llama pensar?", en *Filosofía, ciencia y técnica*. 3a. ed. Santiago de Chile, Editorial Universitaria, 1997.

"El principio de identidad", en *Identidad y diferencia*. Barcelona, Ánthropos, 1990 (ed. bilingüe).

"Tiempo y ser", "El final de la filosofía y la tarea del pensar", en *Tiempo y ser*. Madrid, Tecnos, 1999.

"Hölderling y la esencia de la poesía", en *Arte y poesía*. México, FCE, 1992.

*Nietzsche II*. Barcelona, Destino, 2000.

*Langue de tradition et langue technique*. Bruselas, Lebeer-Hossmann, 1990.

*La autoafirmación de la Universidad alemana. El Rectorado 1933-34. Entrevista del Spiegel*. Madrid, Tecnos, 1989.

JONAS, Hans:

*Das Prinzip Verantwortung. Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation*, Fráncfort del Meno, Suhrkamp, 1979. [El principio de responsabilidad. Ensayo de una ética para la civilización tecnológica. Barcelona, Herder, 1995].

*Técnica, medicina y ética*. Barcelona, Paidós, 1997.

*Pensar sobre Dios y otros ensayos*. Barcelona, Herder, 1998.

*El principio vida. Hacia una biología filosófica*. Madrid, Trotta, 2000.

*Une éthique pour la nature*. París, Desclée de Brouwer, 2000. [Más cerca del perverso fin y otros diálogos y ensayos. Madrid, Libros de la Catarata, 2001].

*Pour une éthique du futur*. París, Payot & Rivages, 1998.

"Toward a Philosophy or Technology", en Robert Scharff y Val Dusek, eds., *Philosophy of Technology*. Oxford, Blackwell, 2003.

*Souvenirs*. París, Payot & Rivages, 2005. [Memorias. Madrid, Losada, 2005].

NICOL, Eduardo:

*El porvenir de la filosofía*. México, FCE, 1972.

*La idea del hombre*. [Segunda versión]. México, FCE, 1977.

*La primera teoría de la praxis*. México, UNAM, IIFL, 1978.

*La reforma de la filosofía*. México, FCE, 1980.

*La agonía de Proteo*. México, UNAM, IIFL, 1981.

*Crítica de la razón simbólica*. México, FCE, 1982.

*Ideas de vario linaje*. México, UNAM, FFyL, 1990.

#### GENERAL

AGAR, Nicholas, *Liberal Eugenics: in defense of Human Enhancement*. Oxford, Blackwell, 2004.

AGAZZI, Evandro, *El bien, el mal y la ciencia. Las dimensiones éticas de la empresa científico-tecnológica*. Madrid, Tecnos, 1996.

AMERY, Carl, *Auschwitz, ¿comienza el siglo XXI? Hitler como precursor*. Madrid, Turner/FCE, 2002.

- APEL, Karl-Otto, *Hacia una macroética de la humanidad*. México, UNAM, FFYL, 1992.
- APEL, Karl-Otto, *Una ética de la responsabilidad en la era de la ciencia*. Buenos Aires, Almagesto, 1992.
- ARENDT, Hannah, *The Human Condition*. Chicago, Universidad de Chicago, 1990. [*La condición humana*. Barcelona, Paidós, 1993.]
- BASALLA, George, *La evolución de la tecnología*. México, Conaculta/Grijalbo, 1991.
- BECK, Ulrich, *La sociedad del riesgo*. Barcelona, Paidós 1998.
- BECK, Ulrich, *La sociedad del riesgo global*. Madrid, Siglo XXI, 2003.
- BENJAMIN, Walter, *Discursos interrumpidos I*. Madrid, Taurus, 1975.
- BERGSON, Henri, *Les deux sources de la morale et de la religion*. París, PUF, [1932] 1997.
- BILBENY, Norbert, *La revolución en la ética. Hábitos y creencias en la sociedad digital*. Barcelona, Anagrama, 1997.
- BRONCANO, Fernando, *Mundos artificiales. Filosofía del cambio tecnológico*. México, Paidós/UNAM, 2000.
- BRONCANO, Fernando, *Entre ingenieros y ciudadanos. Filosofía de la técnica para días de democracia*. Madrid, Montesinos, 2006.
- BRONCANO, Fernando, ed., *Nuevas meditaciones sobre la técnica*. Madrid, Trotta, 1995.
- BUNGE, Mario, *Ética, ciencia y técnica*. Buenos Aires, Sudamericana, 1996.
- CARDWELL, Donald, *Historia de la tecnología*. Madrid, Alianza, 1996.
- CASTELLS, Manuel, *La era de la información. Economía, sociedad y cultura*. México, Siglo XXI, 1996. 3 vols.
- CASTELLS, Manuel, *La galaxia Internet. Reflexiones sobre Internet, empresa y sociedad*. Barcelona, Areté, 2002.
- CEREZO, Pedro, "Metafísica, técnica y humanismo", en *Heidegger o el final de la filosofía*. Madrid, Complutense, 1993.
- CÉRÉZUELLE, Daniel, *Écologie et liberté. Bernard Charbonneau, précurseur de l'écologie politique*. Lyon, Parangon, 2006.
- Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology (COMEST), *The Precautionary Principle*. París, UNESCO, 2005.
- COMMONER, Barry, *En paz con el planeta*. Barcelona, Crítica, 1992.



- CHARBONNEAU, Bernard, *Le jardin de Babylon*. París, Encyclopédie de Nuisances, 2002.
- CHARBONNEAU, Bernard, *Le système et le chaos*. París, Economica, 2002.
- CHASTENET, Patrick, *Entretiens avec Jacques Ellul*. París, La Table Ronde, 1994.
- CHASTENET, Patrick, *Sur Jacques Ellul*. Bordeaux, L'Esprit du Temps/PUF, 1994.
- DOBSON, Andrew, *Pensamiento político verde. Una nueva ideología para el siglo XXI*. Barcelona, Paidós, 1997.
- DUPUY, Jean-Pierre, *Pour un catastrophisme éclairé. Quand l'impossible est certain*. París, Seuil, 2002.
- DUPUY, Jean-Pierre, *Petite métaphysique des tsunamis*. París, Seuil, 2005.
- ECHEVERRÍA, Javier, *Filosofía de la ciencia*. 2a. ed. Madrid, Akal, 1998.
- ECHEVERRÍA, Javier, *Telépolis*. Barcelona, Destino, 1994.
- ECHEVERRÍA, Javier, *La revolución tecnocientífica*. Madrid, FCE, 2003.
- ENGELHARDT, H. Tristram, *Los fundamentos de la bioética*. 2a. ed. Barcelona, Paidós, 1995.
- ELSTER, Jon, *El cambio tecnológico. Investigación sobre la racionalidad y la transformación social*. Barcelona, Gedisa, 1990.
- FEENBERG, Andrew, *Questioning Technology*. Nueva York, Routledge, 2000.
- FERRÉ, Frederick, *Philosophy of Technology*. Georgia, Universidad de Georgia, 1988.
- FUKUYAMA, Francis, *El fin del hombre. Consecuencias de la revolución biotecnológica*. Barcelona, Ediciones B, 2002.
- GARCÍA BACCA, J. David, *Elogio de la técnica*. Barcelona, Ánthropos, 1986.
- GARCÍA GÓMEZ-HERAS, José, *El a priori del mundo de la vida. Fundamentación fenomenológica de una ética de la ciencia y de la técnica*. Barcelona, Ánthropos, 1989.
- GARCÍA GÓMEZ-HERAS, José, coord., *Ética del medio ambiente. Problemas, perspectivas, historia*. Madrid, Tecnos, 1997.

- GARCÍA GÓMEZ-HERAS, José, coord., *Dignidad de la vida y manipulación genética*. Madrid, Biblioteca Nueva, 2002.
- GARCÍA GÓMEZ-HERAS, José, coord., *Ética en la frontera*. Madrid, Biblioteca Nueva, 2002.
- GLENDINNING, Chellis, "Notes toward a Neo-Luddite Manifesto", en Robert Scharff y Val Dusek, eds., *Philosophy of Technology*. Oxford, Blackwell, 2003.
- GLOVER, Jonathan, *Humanidad e inhumanidad. Una historia moral del siglo XX*. Madrid, Cátedra, 2001.
- GODARD, Olivier et al., *Traité des nouveaux risques*. París, Gallimard, 2002.
- GOFFI, Jean-Yves, *La philosophie de la technique*. París, PUF, 1988.
- GOFFI, Jean-Yves, coord., *Regards sur les technosciences*. París, Vrin, 2006.
- GONZÁLEZ, Juliana, *La metafísica dialéctica de Eduardo Nicol*. México, UNAM, FFyL, 1981.
- GONZÁLEZ, Juliana, *El poder de eros. Fundamentos y valores de ética y bioética*. México, Paidós/UNAM, 2000.
- GONZÁLEZ, Juliana, *Genoma humano y dignidad humana*. Barcelona, Ánthropos/UNAM, 2005.
- HABERMAS, Jürgen, *Ciencia y técnica como ideología*. Madrid, Tecnos, 1992.
- HABERMAS, Jürgen, *La constelación posnacional. Ensayos políticos*. Barcelona, Paidós, 2000.
- HABERMAS, Jürgen, *Die Zukunft der menschlichen Natur. Auf dem Weg zu einer liberalen Eugenik? Fráncfort del Meno, Suhrkamp, 2002 [El futuro de la naturaleza humana. ¿hacia una eugenesia liberal? Barcelona, Paidós, 2002]*.
- HARRIS, John, *Supermán y la mujer maravillosa. Las dimensiones éticas de la biotecnología humana*. Madrid, Tecnos, 1998.
- HOBBSBAWM, Eric, *Guerra y paz en el siglo XXI*. Barcelona, Crítica, 2007.
- HORKHEIMER, Max y Theodor ADORNO, *Dialéctica de la Ilustración*. Madrid, Trotta, 1995.
- HORKHEIMER, Max, *Eclipse of Reason*. Nueva York, Continuum, 1974 [Crítica de la razón instrumental. Madrid, Trotta, 2002].

- HOTTOIS, Gilbert, *Philosophies des sciences, philosophies des techniques*. París, Odile Jacob, 2004.
- HOTTOIS, Gilbert, *Essais de philosophie bioéthique et biopolitique*. París, Vrin, 1999.
- HOTTOIS, Gilbert, *La science : entre valeurs modernes et postmodernité*. París, Vrin, 2005.
- HOTTOIS, Gilbert, *El paradigma bioético. Una ética para la tecnociencia*. Barcelona, Ánthropos, 1991.
- HOTTOIS, Gilbert, *Simondon et la philosophie de la "culture technique"*, Bruselas, De Boeck, 1993.
- HOTTOIS, Gilbert, "Filosofía de la técnica y de las tecnociencias", en *Historia de la filosofía del Renacimiento a la posmodernidad*. Madrid, Cátedra, 1999.
- HOTTOIS, Gilbert, "La technoscience: de l'origine du mot à son usage actuel", en J. Y. Goffi, coord., *Regards sur les technosciences*. París, Vrin, 2006.
- HOTTOIS, Gilbert, ed., *Aux fondements d'une éthique contemporaine: H. Jonas et H. T. Engelhardt*. París, Vrin, 1993.
- HOTTOIS, Gilbert, ed., *Hans Jonas: nature et responsabilité*. París, Vrin, 1993.
- HOTTOIS, Gilbert y Jean-Noël MISSA, coords., *Nouvelle encyclopédie de bioéthique*. Bruselas, De Boeck, 2001.
- HOTTOIS, Gilbert y Pascal CHABOT, coords. *Les philosophes et la technique*. París, Vrin, 2003.
- HUSSERL, Edmund, *La crisis de las ciencias europeas y la fenomenología trascendental*. Barcelona, Crítica, 1991.
- IBARRA, Andoni y León OLIVÉ, eds., *Cuestiones éticas en ciencia y tecnología en el siglo XXI*. Madrid, Biblioteca Nueva/OEI, 2003.
- IBARRA, ANDONI y José Antonio LÓPEZ CERESO, eds. *Desafíos y tensiones actuales en ciencia, tecnología y sociedad*. Madrid, Biblioteca Nueva, 2001.
- IHDE, Don, *Technics and Praxis*. Dordrecht, Reidel Publishers, 1979.
- IHDE, Don, *Technology and the Lifeworld: from Garden to Earth*. Bloomington, Universidad de Indiana, 1990.

- IHDE, Don, *Philosophy of Technology: An Introduction*. Nueva York, Paragon House, 1993.
- IHDE, Don, *Bodies in Technology*. Minneapolis, Universidad de Minnesota, 2002.
- IHDE, Don, "Heidegger's Philosophy of Technology", en Robert Scharff, y Val Dusek, eds., *Philosophy of Technology*. Oxford, Blackwell, 2003.
- JANICAUD, Dominique, *L'homme va-t-il dépasser l'humain?* París, Bayard, 2002.
- JÜNGER, Ernst, *El trabajador*. Barcelona, Tusquets, 2003.
- KANT, Immanuel, *Hacia la paz perpetua*. Madrid, Biblioteca Nueva, 2001.
- KEMP, Peter, *L'irremplaçable. Une éthique de la technologie*. París, Cerf, 1997.
- KENNEDY, Paul, *El parlamento de la humanidad. Historia de las Naciones Unidas*. México, Debate, 2008.
- KWIATKOWSKA, Teresa, comp., *Los caminos de la ética ambiental*. México, Plaza y Valdés/UAM, 1996.
- LARRÈRE, Catherine, *Les philosophies de l'environnement*. París, PUF, 1997.
- LATOUCHE, Serge, *La Mégamachine. Raison techno scientifique, raison économique et mythe du progrès. Essais à la mémoire de Jacques Ellul*. París, La Découverte, 1995.
- LATOUR, Bruno, *Nous n'avons jamais été modernes. Essai d'anthropologie symétrique*. París, La Découverte, 1997.
- LECOURT, Dominique, *Humain post humain*, París, PUF, 2003.
- LECOURT, Dominique, *Prométhée, Faust, Frankenstein. Fondements imaginaires de l'éthique*. París, Synthélabo, 1996.
- LEE, Thomas F., *El proyecto genoma humano*. Barcelona, Gedisa, 1994.
- LEOPOLD, Aldo, *A Sand County Almanac, and Sketches Here and There*. Nueva York, Universidad de Oxford, [1949] 1968. [Una ética de la Tierra. Ed. de Jorge Riechmann. Madrid, Libros de la Catarata, 2000.]
- LIESSMANN, Konrad Paul, *Günther Anders*. Munich, Beck, 2002.

- LINARES, Jorge Enrique, *El problema del fin de la filosofía y la negación de la historia en Eduardo Nicol*. México, UNAM, FFyL, 1999.
- LÓPEZ CEREZO, José A. y José M. SÁNCHEZ RON, eds., *Ciencia, tecnología, sociedad y cultura en el cambio de siglo*. Madrid, Biblioteca Nueva, 2001.
- LÓPEZ CEREZO, José A. y José L. LUJÁN, eds., *Filosofía de la tecnología*. Madrid, Organización de Estados Iberoamericanos, 2001.
- LÓPEZ CEREZO, José A. y José L. LUJÁN, *Ciencia y política del riesgo*. Madrid, Alianza, 2000.
- LOVELOCK, James, *Gaia, una nueva visión de la vida sobre la Tierra*. Madrid, Herman Blume, 1993.
- LOVELOCK, James, *Las edades de Gaia, una biografía de nuestro planeta vivo*. Barcelona, Tusquets, 1993.
- LÜTKEHAUS, Ludger, *Schwarze Ontologie. Über Günther Anders*. Lüneburg, Klampen, 2002.
- MARCUSE, Herbert, *El hombre unidimensional*. México, Joaquín Mortiz, 1973.
- MARZANO, Maria, *Penser le corps*. París, PUF, 2002.
- MCKIBBEN, Bill, *Enough. Staying Human in an Engineered Age*. Nueva York, Henry Holt, 2003.
- MCKIBBEN, Bill, *El fin de la naturaleza*. México, Diana, 1990.
- MEADOWS, D., et al., *Más allá de los límites del crecimiento*. Madrid, El País/Aguilar, 1992.
- MEDINA, Manuel y José SANMARTÍN, eds., *Ciencia, tecnología y sociedad*. Barcelona, Ánthropos, 1990.
- MEDINA, Manuel y Teresa KWIATKOWSKA, comp., *Ciencia, tecnología/naturaleza, cultura en el siglo XXI*. Barcelona, Ánthropos/UAM, 2000.
- MITCHAM, Carl, *Thinking through Technology. The Path between Engineering and Philosophy*. Chicago, Universidad de Chicago, 1994. [*¿Qué es la filosofía de la tecnología?* Barcelona, Ánthropos, 1989 (traducción parcial)].
- MITCHAM, Carl, ed., *Encyclopedia of Science, Technology and Ethics*. Nueva York, MacMillan, 2005. 4 vols.

- MITCHAM, Carl y Robert MACKEY, eds., *Philosophy and Technology: Readings in the Philosophical Problems of Technology*. Nueva York, Free Press, 1983.
- MOSTERÍN, Jesús, *¡Vivan los animales!* Madrid, Debate, 1998.
- MOSTERÍN, Jesús, *Filosofía de la cultura*. Madrid, Alianza, 1993.
- MOSTERÍN, Jesús, *La naturaleza humana*. Madrid, Espasa-Calpe, 2007.
- MOYA, Eugenio, *Crítica de la razón tecnocientífica*. Madrid, Biblioteca Nueva, 1998.
- MUMFORD, Lewis, *Técnica y civilización*. Madrid, Alianza, 1971.
- NAESS, Arne, "The Shallow and the Deep, Long-Range Ecology Movement", en Robert Scharff y Val Dusek, eds., *Philosophy of Technology*. Oxford, Blackwell, 2003.
- NOSSAL, G. J. V., *Los límites de la manipulación genética*. Barcelona, Gedisa, 1988.
- OLIVÉ, León, *El bien, el mal y la razón. Facetas de la ciencia y de la tecnología*. México, Paidós/UNAM, 2000.
- OLIVÉ, León, *La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento. Ética, política y epistemología*. México, FCE, 2007.
- ORTEGA Y GASSET, José, *Meditación de la técnica y otros ensayos sobre ciencia y filosofía*. Madrid, Revista de Occidente/Alianza, 1982.
- PASSMORE, John, *La responsabilidad del hombre frente a la naturaleza*. Madrid, Alianza, 1978.
- PERROW, Charles, *Normal accidents. Living with High-Risk Technologies*. Nueva Jersey, Princeton, 1984.
- PINCH, Trevor y Wiebe BIJKER, "The social construction of facts and artifacts", en Robert Scharff y Val Dusek, eds., *Philosophy of Technology*. Oxford, Blackwell, 2003.
- PORQUET, Jean-Luc, *Jacques Ellul: l'homme qui avait (presque) tout prévu*. París, Cherche-Midi, 2003.
- QUERALTÓ, Ramón, *Ética, tecnología y valores en la sociedad global. El caballo de Troya al revés*. Madrid, Tecnos, 2003.
- QUINTANILLA, Miguel Ángel, *Tecnología: un enfoque filosófico*. Madrid, FUNDESCO, 1988.
- QUINTANILLA, Miguel Ángel, "Un programa de filosofía de la tecnología", en *La filosofía hoy*. Barcelona, Crítica, 2000.

- RAWLS, John, *Teoría de la justicia*. México, FCE, 1985.
- RESCHER, Nicholas, *Razón y valores en la era científico-tecnológica*. Barcelona, Paidós, 1999.
- RIECHMANN, Jorge, *Argumentos recombinantes. Sobre cultivos y alimentos transgénicos*. Madrid, Libros de la Catarata, 1999.
- RIECHMANN, Jorge, *Un mundo vulnerable. Ensayos sobre ecología, ética y tecnociencia*. Madrid, Libros de la Catarata, 2000.
- RIECHMANN, Jorge, *Biomímesis. Ensayos sobre imitación de la naturaleza, ecosocialismo y autocontención*. Madrid, Libros de la Catarata, 2006.
- RIECHMANN, Jorge, *Todos los animales somos hermanos. Ensayo sobre el lugar de los animales en las sociedades industrializadas*. Madrid, Libros de la Catarata, 2005.
- RIECHMANN, Jorge, coord., *Perdurar en un planeta habitable. Ciencia, tecnología y sostenibilidad*. Barcelona, Icaria, 2006.
- RIECHMANN, Jorge y Joel TICKNER, coords., *El principio de precaución en medioambiente y salud pública: de las definiciones a la práctica*. Barcelona, Icaria, 2002.
- SAFRANSKI, Rüdiger, *Un maestro en Alemania. Martin Heidegger y su tiempo*. Barcelona, Tusquets, 2003.
- SAGOLS, Lizbeth, *Interfaz bioética*. México, Fontamara/UNAM, 2006.
- SANMARTÍN, José, *Los nuevos redentores. Reflexiones sobre la ingeniería genética, la sociobiología y el mundo feliz que nos prometen*. Barcelona, Ánthropos, 1989.
- SANMARTÍN, José, *Tecnología y futuro humano*. Barcelona, Ánthropos, 1991.
- SANMARTÍN, José et al., eds., *Estudios sobre sociedad y tecnología*. Barcelona, Ánthropos, 1992.
- SCHARFF, Robert y Val DUSEK, eds., *Philosophy of Technology. The technological Condition: an Anthology*. Malden, Blackwell, 2003.
- SÉRIS, Jean-Pierre, *La technique*. París, PUF, 1994.
- SHRADER-FRECHETTE, Kristin, "Technology and Ethics", en Robert Scharff y Val Dusek, eds., *Philosophy of Technology*. Malden, Blackwell, 2003.

- SILVER, Lee, *Vuelta al Edén. Más allá de la clonación en un mundo feliz*. Madrid, Taurus, 1997.
- SLOTERDIJK, Peter, *Règles pour le parc humain. Une lettre en réponse à la Lettre sur l'humanisme de Heidegger*. París, Fayard, 2000.
- SIMONDON, Gilbert, *Du mode d'existence des objets techniques*. París, Aubier, [1958] 1989.
- SIMONELLI, Thierry, *Günther Anders. De la désuétude de l'homme*. Clichy, Du Jasmin, 2004.
- SINGER, Peter, *Ética práctica*. 2a. ed. Cambridge, Universidad de Cambridge, 1996.
- SINGER, Peter, *Liberación animal*. Madrid, Trotta, 1999.
- SINGER, Peter, *One World. The Ethics of Globalization*. New Haven, Universidad de Yale, 2002.
- SONOLET, Daglind, *Günther Anders: phénoménologue de la technique*. Pessac, Presses Universitaires de Bordeaux, 2006.
- SUZUKI, David y Peter KNUDTSON, *GenÉtica. Conflictos entre la ingeniería genética y los valores humanos*. Madrid, Tecnos, 1991.
- TAYLOR, Paul W., *Respect for Nature. A theory of Environmental Ethics*. Princeton, Universidad de Princeton, 1989.
- TRAVERSO, Enzo, *La historia desgarrada. Ensayo sobre Auschwitz y los intelectuales*. Barcelona, Herder, 1997.
- UNESCO, *Ethics of Science and Technology: Explorations of the Frontiers of Science and Ethics*. París, UNESCO, 2006.
- VV. AA., "Filosofía de la tecnología", en *Ánthropos*. Barcelona, núm. 94-95, 1989.
- VV. AA., "Eduardo Nicol. La filosofía como razón simbólica", en *Ánthropos*. Barcelona, núm. extra 3, 1998.
- VIRILIO, Paul, *La velocidad de la liberación*. Buenos Aires, Manantial, 1988.
- VIRILIO, Paul, *El ciber mundo, la política de lo peor*. Madrid, Cátedra, 1997.
- VIRILIO, Paul, *La bomba informática*. Madrid, Cátedra, 1999.
- VIRILIO, Paul, *Ce qui arrive*. París, Galilée, 2002.
- VIRILIO, Paul, *Ce qui arrive*. París, Fondation Cartier pour l'art contemporain/Actes Sud, 2002 [catálogo de exposición].



- WINNER, Langdon, *Autonomous Technology: Technics-out-of-Control as a Theme in Political Thought*. Cambridge, MIT, 1977. [Tecnología autónoma: la técnica incontrolada como objeto del pensamiento político. Barcelona, Gustavo Gili, 1979].
- WINNER, Langdon, *The Whale and the Reactor: A Search for Limits in an Age of High Technology*. Chicago, Universidad de Chicago, 1986. [La ballena y el reactor: una búsqueda de los límites en la era de la alta tecnología. Barcelona, Gedisa, 1987].
- YEHYA, Naief, *El cuerpo transformado*. México, Paidós, 2001.
- ZIMMERMAN, Michael E., *Heidegger's Confrontation with Modernity: Technology, Politics, Art*. Bloomington, Universidad de Indiana, 1990.
- ZIMMERMAN, Michael E. et al., eds., *Environmental Philosophy. From Animal Rights to Radical Ecology*. Nueva Jersey, Englewood Cliffs, 1993.

*Ética y mundo tecnológico* se terminó de imprimir en el mes de julio de 2008 en los talleres de Gráfica, Creatividad y Diseño, S. A. de C. V., Plutarco Elías Calles 1321, Col. Miravalle, México, D. F. En su tipografía, parada por *Elizabeth Díaz Salaberría*, se emplearon tipos Palatino de 12:13, 9.5:13 y 8:10 puntos. La edición, que consta de 1 000 ejemplares, estuvo al cuidado de *Miguel Barragán Vargas*.