

**DISEÑOS TÉCNICOS Y
CAPACIDADES PRÁCTICAS.
UNA PERSPECTIVA MODAL
EN FILOSOFÍA DE LA
TECNOLOGÍA***

RESUMEN

Este trabajo presenta una concepción posibilista de los artefactos tecnológicos opuesta al determinismo tecnológico. Estos se consideran puntos en un espacio de posibilidades pragmáticas determinadas por las capacidades de los distintos contextos socioculturales. El proceso de determinación de una posibilidad es el diseño de un artefacto que se hace realidad en tanto que las capacidades sean efectivas. Un diseño es un proceso de creación en varios niveles de la realidad: material, funcional, de uso. A su vez, la idea de diseño puede incorporar una participación de la comunidad que expresa así colectivamente sus deseos. La propuesta contesta tanto al determinismo como al constructivismo social.

PALABRAS CLAVE

Determinismo, tecnología, diseño

ABSTRACT

This paper presents a possibilistic conception of technological artifacts facing technological determinism. Technological artifacts are considered points in a space of pragmatic possibilities determined by the abilities of different socio-cultural aspects. The determination process of one possibility is the design of an artifact that comes true as long as the abilities are effective. A design is a process of creation at several levels of reality: material, functional, usefulness. At the same time, the idea of design may also include the social participation of the community, which hereby collectively expresses its desires. This proposed alternative responds to determinism as well as to social constructivism

KEY WORDS

Determinism, technology, design.

* Este trabajo se ha beneficiado de las ayudas de los proyectos SA 07/99 de la Junta de Castilla y León y PB 98-0495-C08-03 de la DGCYT. Jesús Vega me ha ayudado en la búsqueda de información y en la discusión de las ideas expuestas, que en el caso de la noción de astucia como forma de racionalidad técnica se deben a él en lo más importante. El trabajo usa también partes del capítulo 3 de Broncano (2000).

eidos

ISSN: 1692-8857

Fecha de recepción: enero de 2007

Fecha de revisión: febrero de 2007

Fecha de aceptación: febrero de 2007

DISEÑOS TÉCNICOS Y CAPACIDADES PRÁCTICAS. UNA PERSPECTIVA MODAL EN FILOSOFÍA DE LA TECNOLOGÍA

Fernando Broncano*

I. LA TECNOLOGÍA EN LA ESFERA PÚBLICA

La aparición de la tecnología es el fenómeno más importante de la historia de la cultura humana. Es el resultado de la unión del conocimiento científico con las técnicas y con una alta división del trabajo que sólo es posible en sociedades muy institucionalizadas; es el resultado de la emergencia de una nueva forma de transformar la realidad que se resume en la capacidad de imaginar diseños y movilizar enormes cantidades de recursos para llevarlos a cabo. Los productos de la tecnología, por su parte, constriñen los diseños futuros, creando una ecología de artefactos y procesos, un medio artificial que modifica las trayectorias futuras que le son accesibles a la humanidad. El resultado ha sido la conformación del mundo que nos ha sido dado y en el que tenemos que configurar nuestro propio destino.

El lugar y la condición desde los que nos es concedido pensar esta nueva forma de organización de la sociedad son extraños: estamos insertos en el proceso de cambio y no nos es dado situarnos en la posición privilegiada que tuvieron filósofos como Descartes, Leibniz, Newton o Kant respecto de las ciencias. Cuando comenzamos a pensar en la importancia filosófica de la tecnología no lo hacemos como creadores sino como pacientes ciudadanos que sufrimos sus consecuencias o nos beneficiamos ocasionalmente de sus logros. Nos sentimos en cierta forma ajenos al fenómeno tecnológico, en un sentido de alienación que ha sido resaltado de formas muy distintas por los filósofos más críticos de la tecnología como Jacques Ellul, Lewis Mumford o Ivan Illich, pero que recibe una bella expresión

* Departamento de Humanidades y Comunicación, Universidad Carlos III de Madrid.

literaria en un *best-seller* de los años setenta, que vieron extenderse por el mundo el pensamiento ecologista. Me refiero a *Zen y el arte del mantenimiento de la motocicleta*, de Robert M. Pirsig (1994):

“Atraviesas un área de industria pesada de una gran ciudad y ahí está toda, la tecnología. Enfrente están las cercas de alambre espinoso, los portones candados, los letreros diciendo NO PASE, y más allá, a través de la atmósfera de hollín, ves extrañas, feas formas de metal y ladrillo de propósito desconocido y cuyos maestros artesanos nunca ves. No sabes qué tienes tú que ver con eso ni por qué está ahí, no hay nadie para decírtelo y entonces te sientes alienado, extraño, como si tú no pertenecieras aquí” (p. 15).

Este sentimiento de enajenación, como si la tecnología fuera lo esencialmente otro en el terreno de la cultura, como si se hubiera convertido en una segunda naturaleza, ha llevado a muchos filósofos críticos a adoptar una actitud que recuerda en muchos casos al giro que adoptó la filosofía helenística después de descubrir que el mundo estaba ordenado por rígidas leyes que podían ser descubiertas con mucho trabajo, pero nunca modificadas por la intervención de la voluntad humana o divina. Fue aquél un giro moral que, dando por bueno el determinismo, promovió una terapia para adaptar el alma a la inevitable cadena de pasiones y sufrimientos hasta alcanzar la *apathia*. En nuestros días, el giro moral de los críticos de la tecnología acepta el determinismo tecnológico con la misma credulidad que los estoicos aceptaron el determinismo del destino, mas sabiendo que los orígenes de la tecnología no se remontan ya al dictado de los dioses sino a los intereses humanos, promueven una terapia de resistencia sistemática a las innovaciones tecnológicas.

El determinismo tecnológico se mezcla numerosas veces con el determinismo social o en formas mixtas, como son los llamados *ac-tantes*, máquinas ciegas que son mezcla de intereses, agentes, textos. Máquinas que desenvuelven sus fuerzas siguiendo dinámicas ajenas a nuestras capacidades de control intencional, normativo, político¹.

¹ Sobre el determinismo tecnológico, véase Smith, M. R. y L. Marx (eds), 1996. Sobre la importancia filosófica del determinismo, el primer capítulo de Broncano (2000).

Mi propósito es presentar una concepción del desarrollo tecnológico diferente al determinismo. Mi objeción al determinismo es que convierte en impotente toda reivindicación democrática: o se postula el determinismo o se postula la democracia. También vale este argumento para los determinismos sociológicos que se imponen a la capacidad de decisión normativa, en la esfera pública de las sociedades democráticas que se autolegislan, y en la medida en que son capaces de generar consensos, adquieren también compromisos y emprenden proyectos libremente asumidos y por ello asumen democráticamente los riesgos y las responsabilidades que de tales compromisos y proyectos se deriven.

En la concepción que presento, la tecnología no está libre de valores, ni de intereses, riesgos o amenazas, ni es la solución providencial a todos los males. Ni es buena ni mala ni todo lo contrario: la tecnología es uno de los modos mediante los que transformamos nuestro medio y nos transformamos a nosotros mismos. El objetivo de mi presentación será argumentar a favor de una concepción ontológica, epistemológica y praxiológica de la tecnología que haga posible la determinación democrática de las políticas tecnológicas. Pues no toda filosofía de la tecnología es compatible con la democracia. Aunque muchas filosofías de la tecnología exigen participación democrática, no todas pasan el test de ser capaces de construir un espacio en la esfera pública para que la tecnología pueda ser determinada a la vez racional y democráticamente.

Tomemos como ejemplo de esta actitud a Paul Feyerabend, quien, en *La ciencia en una sociedad libre*, propone que todos tengan la misma capacidad de decisión sobre la ciencia. Es una propuesta que no puede ser calificada de antidemocrática, pero tiene un defecto: no permite introducir la ciencia en la esfera pública, porque simplemente lo que hace es disolver la institución científica, que solamente puede sobrevivir si se garantizan sus propios sistemas de control de calidad. La propuesta de Feyerabend es subrepticamente destructiva para la ciencia bajo la propuesta de una solución libertaria. Algunos dirán, qué locura, la solución feyerabendiana es la más democrática de todas. Pero es falso: es una amenaza para la aceptación democrática

de la esfera pública. Imaginemos que aplicamos la solución a otra cualquiera de nuestras instituciones de la esfera pública: la justicia, por ejemplo. La institución del poder legislativo en los estados de derecho tiene como función ser garante del cumplimiento de la ley. Funciona porque tiene sus propios expertos, controlados democráticamente, para quienes se garantiza un grado de autonomía en la norma esencial de constitución. Existen instituciones de participación popular, como son el jurado, las iniciativas populares, etc. Pero el precio de que la justicia se desarrolle en la esfera pública es determinar perfectamente las esferas de decisión. Supongamos que permitiésemos la votación libre y popular de cada aplicación de una ley a un caso: sería democrático pero acabaría con la justicia.

Por consiguiente, nuestra pregunta será: ¿cómo hemos de pensar la tecnología para que sea al tiempo controlada socialmente y al tiempo sirva a sus objetivos como forma social de organizar la transformación de la realidad?

La tecnología forma parte de nuestra cultura contemporánea en tanto que el modo de transformación de la realidad más efectivo de los que han existido. Las diversas culturas han conformado distintas maneras de transformar la realidad. De hecho, estas formas constituyen signos distintivos de esas culturas, junto con los elementos simbólicos, normativos, institucionales, las lenguas, las costumbres, etc.

La tecnología, como la ciencia, el estado de derecho o las religiones institucionales modernas, es un producto de hechos sociales muy complejos que implican cambios en muchos niveles: en la organización social y económica, en las expectativas de la gente, en el conocimiento, etc. Desde este punto de vista, la tecnología nace de algunas tradiciones artesanales muy viejas, pero es también un producto de la confluencia de muchas trayectorias históricas diferentes:

- Las tradiciones medievales de *ingeniatores*, civiles o militares se van haciendo progresivamente más profesionales, se construyen modelos, se establecen rutinas y conocimientos transmisibles, se desarrollan métodos de mecanización de la invención y se crean tradiciones internas que culminan en la Revolución Francesa en la creación de las primeras escuelas de ingenieros

- Las matemáticas y la física desarrollan métodos de cálculo que pueden ser aplicados a problemas heterogéneos y complicados como son los problemas de resistencia de materiales, cálculos de máximos y mínimos, etc
- Desde el Renacimiento al XVIII se desarrolla un medio representacional para los diseños de objetos capaz de representar las medidas y características funcionales de modo suficientemente preciso como para convertirse en un instrumentos de cálculo y para convertir las representaciones de objetos y procesos en objetos públicos, como ya ocurrió en la Revolución científica con las teorías científicas. Se trata del dibujo a escala y de los métodos de proyección que derivan del uso técnico de la geometría proyectiva.
- El desarrollo empírico de la ciencia multiplica los conocimientos de materiales y sustancias químicas, dotando a la industria y a los diseñadores de materiales lo suficientemente plásticos y resistentes como para soportar los procesos físicos y químicos de la revolución industrial. El objeto emblemático fue la máquina de vapor.

Hay muchos otros procesos sociales y económicos que provocan la dinámica compleja de la Revolución Industrial y que dan origen a una nueva dinámica económica, científica, tecnológica, social que produce la progresiva sustitución de los métodos artesanales en todos los campos por nuevos métodos y productos con un alto contenido tecnológico.

Desde la antigüedad helenística, el ingenioso, el *ingeniator* o futuro ingeniero es un simulador que construye una imitación de la naturaleza con propósitos de solventar problemas prácticos. No en vano Adorno y Horkheimer consideran a Ulises el paradigma del pensamiento técnico: Ulises el astuto maestro del engaño, que arbola discursos, construye ingenios y oculta sus verdaderas intenciones. Pero es Ulises también en quien todos los aqueos confían para que

les proponga una salida honrosa a las comprometidas situaciones en las que se embarcan. Desde entonces la historia de las técnicas es una historia de construcción de medios artificiales, de naturalezas a escala donde se pueda ejercer un control de una parte de la realidad que de otro modo impondría su implacable fuerza del azar.

Muchos identifican la tecnología con una forma de pensar, el instrumentismo, pero en realidad la tecnología es un sistema de transformaciones de la realidad: es sobre todo un conjunto de prácticas estructurado por una compleja división del trabajo que produce espacios artificiales, objetos y productos en los que se pueden controlar algunos aspectos de la realidad. ¿Acaso entonces induce la tecnología una división radical en el mundo entre lo natural y lo artificial?. Bruno Latour, (Latour, 1991) por ejemplo, cree que no, que los híbridos de naturaleza y cultura, materia y artificio son la regla más que la excepción. “Nunca fuimos modernos” intitula una de sus mejores obras, achacando a esta división uno de los errores metafísicos más generalizados. Al igual que Latour, Manuel Liz (Liz, 1998) tampoco cree que no podamos encontrar un criterio claro. Lo interesante para nuestro tema es que une la dicotomía natural/artificial con la dicotomía causal/intencional. También piensa que ambas categorías se sostienen o caen juntas. Al abandonar una abandonamos la otra. Pero, desde mi punto de vista, en este abandono se producen consecuencias perversas para nuestra capacidad de agencia histórica. Si solamente hay naturales y artificiales, si no es posible distinguir la causalidad de la agencia intencional de los procesos causales, no será posible tampoco determinar la parte de las consecuencias que corresponde a la acción propositiva. Esta ontología de artefactos es incompatible con la existencia de políticas públicas para la tecnología. Nos hacemos responsables de aquello que libre y autónomamente podemos decidir, incluidas las consecuencias no queridas de nuestras acciones, pero solamente en la medida en que las acciones han sido autónomamente decididas. Que la autonomía de las políticas en la esfera pública y el determinismo tecnológico son difícilmente compatibles no ha sido notado por la mayoría de los filósofos de la tecnología de orientación moral e incluso política. En muchos de los estudios sobre la ciencia

y la tecnología siguen apareciendo estudios de casos que intentan mostrarnos fehacientemente la existencia simbiótica de los sistemas de actantes con propuestas de evaluación tecnológica. En algún caso, como ocurre con Lagndon Winner², un muy conocido filósofo de la tecnología, se postula simultáneamente el determinismo tecnológico y la intervención política sobre la tecnología. Ambas posiciones son inconsistentes, pues una ontología que no permita distinguir esferas de responsabilidad no puede ir a la paz de reivindicaciones de democratización de las decisiones tecnológicas.

2. LO ARTIFICIAL Y LA NATURALEZA DE LA TÉCNICA

2.1. CRITERIOS DE DEMARCACIÓN

La demarcación de lo artificial no implica encontrar un criterio que separe lo artificial de lo natural, sino un criterio que establezca qué partes del mundo natural son artificiales. Hay varios criterios que de una forma u otra se fundamentan en que lo artificial no puede ser natural:

- (1) *Objetos artificiales son objetos producidos por la cultura y objetos naturales son los producidos por la naturaleza.* Si tenemos un criterio claro de distinción entre naturaleza y cultura, que no suponga

² El texto clásico es Winner (1977). En él se encuentra una de las formulaciones más duras del determinismo tecnológico: “El concepto de tecnología autónoma como ley del mecanismo de autogeneración, autopetruación y autoprogramación, presenta aquí su forma más evidente. La hipótesis básica es la siguiente: *que más allá de un cierto nivel de desarrollo tecnológico, el control de los fines libremente articulados y firmemente defendidos es un lujo que ya no es posible permitirse*” (p. 234. El subrayado es suyo). Para Winner, la lógica de la tecnología es una *adaptación inversa* de los fines a los medios: la tecnología genera por su propia dinámica fines autónomos que se imponen a los agentes. En escritos posteriores ha reivindicado la actitud política y la democratización de la tecnología, incluso contra los sociólogos constructivistas de la ciencia, cuyas posiciones son, ésa es su acusación, impotentes políticamente. Pero nunca, que yo sepa, ha renunciado a estas tesis deterministas, lo que genera una tensión a la que no es ajeno ningún pensamiento determinista: para qué la política si la historia ya está escrita. Y si no está escrita entonces es que la tecnología no impone sus propios fines. (Para las últimas posiciones al respecto, véase Winner, 2001).

alguna forma de círculo estaríamos ante un buen candidato. Por ejemplo, podemos adoptar el criterio biológico: naturaleza es la información transmitida genéticamente, cultura es la información transmitida no genéticamente. Está bien, pero tiene un problema de cierta gravedad, no nos permite diferenciar productos animales de productos humanos.

- (2) *Objetos artificiales son aquéllos producidos intencionalmente.* Es el criterio de Marx para diferenciar los productos del arquitecto de las construcciones de la abeja. El arquitecto se representa previamente lo que quiere realizar y actúa siguiendo un plan dirigido por esta representación. Pero es un criterio que nos deja sorprendidos ante muchos productos que tendríamos dificultades para calificar como tales. Muchos objetos artificiales, un sendero, por ejemplo, resultan de acciones intencionales sin ser ellos mismos intencionales
- (3) *El grado de artificialidad de un objeto lo produce el grado de control que tenemos sobre él.* También es un criterio intuitivo que identifica como artificiales los objetos paradigmáticamente artificiales. El reloj, por ejemplo, que desde el siglo XIV se convirtió en el objeto que apuntaba a la existencia de un constructor y diseñador. Pero igualmente nos deja sorprendidos ante casos que no quisiéramos eliminar. El más claro son los grandes sistemas técnicos en los que se debaten las más duras controversias tecnológicas contemporáneas. Son objetos complejos, cuyas partes están controladas, probablemente con el mayor grado de control que podamos imaginar, pero cuya composición ya no lo es. Precisamente las discusiones sobre riesgo aceptable en las nuevas tecnologías proviene precisamente de esta razonable sospecha.

Mi posición es que los anteriores criterios establecen condiciones necesarias pero no suficientes para caracterizar los objetos artificiales. El criterio que proponemos establece una distinción desde dentro: se trata de encontrar una propiedad que identifique una característica de nuestras técnicas y de los artefactos que fabricamos con ellas. Este criterio es la composicionalidad de las técnicas y artefactos.

2.2. LAS ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS COMO PAISAJES DE EFICACIA

Un objeto técnico es la solución a un problema en el marco de un espacio de alternativas. Las alternativas constituyen el paisaje de eficacia en el que se determinan las coordenadas de la solución posible o actual. Si observamos el objeto no podremos determinar su identidad a menos que situemos al objeto como un punto en este paisaje de eficacia.

La idea es que ciertas estructuras en la naturaleza necesitan ser interpretadas y no meramente explicadas mediante un tipo especial de perspectiva que es la ingeniería inversa o perspectiva del diseño. No nos basta conocer exhaustivamente de forma causal un reloj para saber qué es un reloj; necesitamos algunos hechos más. La forma física solamente tiene sentido si un proceso sistemático ha organizado así la materia para que se ejerzan ciertas funciones. Esta ingeniería inversa comienza adoptando un presupuesto de optimización de recursos: en el reloj no sobran tuercas, cada parte está ahí porque cumple una función en el sistema y si no estaría. El supuesto de optimización tiene un doble componente: un supuesto de buena estructura o de máximo en un paisaje de eficacia, y un supuesto de economía causal.

La relación estructura/ función es la más simple y eficiente de las posibles. Por supuesto en relación a un marco físico que constriñe las posibilidades. En términos económicos significa que nos encontramos ante un óptimo que puede ser absoluto o relativo, global o local.

Supuesto de buena estructura: *los objetos técnicos constituyen máximos locales en un paisaje de eficacia*

Supuesto de optimalidad de las trayectorias causales: *las trayectorias causales posibles se restringen a las que han producido la forma y la arquitectura funcional del artefacto. Son las que siguen una dirección determinada, la del diseño adaptativo o diseño óptimo³.*

³ Una línea que persiga máximos locales en un paisaje de eficacia puede representar una trayectoria histórica (y viceversa). El progreso nunca es lineal: la complicación de la curva representa los múltiples avatares del cambio técnico en la historia.

Estos dos principios se aplican a todos los sistemas dotados de diseño, sean sistemas naturales o sistemas artificiales. Son dos supuestos metodológicos, análogos al principio de causalidad en la ciencia física, que nos permiten aplicar la estrategia interpretadora que llamamos de ingeniería inversa: decodificamos las partes, la forma, la materia de los organismos y sistemas bajo la hipótesis de que cumplen una función, y que el hecho de que la cumplan explica que esa parte, materia o forma esté ahí. Repárese en que todavía no hemos distinguido los artefactos de lo natural, pero ya hemos distinguido un grupo formado por organismos y artefactos de los sistemas causales. Ambos son sistemas funcionales, son producto de una trayectoria pasada cuyo resultado es un buen diseño. El tercer principio es la complejidad

Supuesto de complejidad funcional: *Los artefactos son sistemas funcionales complejos*

Esta complejidad implica que la conducta de las partes es interdependiente y sólo mediante esta interdependencia podemos caracterizar su complejidad. Una montaña tiene partes, pero no tiene complejidad funcional.

La complejidad que encontramos en la naturaleza de los organismos y artefactos técnicos tiene un doble componente: el primero es la heterogeneidad de las partes, el segundo elemento es la composicionalidad. La heterogeneidad se refiere a la variedad de tipos y categorías que encontramos en los elementos constitutivos de un sistema complejo. En algún nivel de la estructura de un sistema debemos encontrar heterogeneidad: puede ser en el nivel de los materiales, puede ser en el nivel de las formas. La composicionalidad se refiere al hecho que tanto los organismos como los artefactos son sistemas que muestran una ilimitada variedad de formas construida con elementos finitos. Este hecho se debe a que combinaciones diferentes de elementos, siguiendo pautas y constricciones apropiadas nos permiten construir elementos completamente diferentes.

La complejidad se produce en tres niveles: la materia, la forma y la conducta de las partes.

- *Complejidad material*: En el caso de los artefactos el cambio técnico a diferencia de la vida sí ha implicado un cambio en los materiales básicos. Hace un millón de años los utensilios básicos de nuestros antecesores fueron cinco materiales básicos, madera, hueso, piedra, cuerno, piel. En el neolítico la gama se enriquece con materiales animales como la lana y fibras vegetales y con minerales como la arcilla, posteriormente le tocó el turno a los metales. Actualmente, quienes han intentado contar los materiales disponibles hablan de 70.000, pero especulativamente (Manzini, 1993 pp 37-9) porque nadie sabe cómo hacerlo. Los primeros automóviles empleaban menos de cien materiales diferentes, hoy posiblemente más de cuatro mil (Manzini, 1993, p 38). El diseño no es ya sólo reordenación de la forma de los materiales, sino búsqueda y “diseño” químico de nuevos materiales de manera intencional.
- *Complejidad formal*: La forma podemos entenderla en un sentido estricto como forma geométrica del material o en un sentido muy lato del término forma, que alcanzaría hasta los elementos simbólicos de los programas de ordenador. Aunque en un sentido profundo no hay tantas diferencias como cabe pensar: dos símbolos básicos de un ordenador solamente son distinguibles por su forma. Si los objetos físicos, configuraciones de las puertas de los microchips no reconocieran la forma física, no reconocerían tampoco la información transportada. Nuestra era de la información es sobre todo una era de manipulación y equivalencia de formas: la información puede viajar de los circuitos eléctricos de un microchip a las capas de un disco óptico y a los pulsos electromagnéticos de una fibra óptica para terminar en los pulsos mecánicos de un altavoz, a causa de la posibilidad de interconectar y construir equivalencias en las formas de los materiales. Como el hecho de la información nos informa, la relación entre materiales y formas es múltiple: un martillo es una forma (o una pequeña variedad de formas) hecha de numerosos e ilimitados materiales. La evolución de los materiales puede ir

en direcciones nuevas: búsqueda de materiales que soporten formas muy diferentes, plásticos, aleaciones, cerámicas nuevas. Una máquina compleja es un complejo de formas elementales cuya conducta depende de la composición anatómica de las partes. Varíese la composición formal y la máquina variará de conducta o simplemente no tendrá conducta alguna.

- *Complejidad funcional*: La complejidad funcional está expresada en lo que constituye la arquitectura funcional del organismo o del artefacto, su *diseño*, que debe recoger en un solo plan los tres niveles. Las mismas funciones pueden ser realizadas por formas muy diferentes, como las formas pueden conformar materiales muy diferentes.

En los artefactos, se instauran procesos de cambio técnico desigual: los materiales, formas y funciones tienen sus propios ritmos de cambio, aunque haya interacciones entre ellos. La complejidad de cada uno de los tres niveles de realización sostiene formas de inercia específica.

2.3. LO ARTIFICIAL COMO RESULTADO DE LA INSTRUMENTALIDAD DE SEGUNDO ORDEN: EL ORIGEN DEL DISEÑO

Son muchos los animales que disponen de técnicas, es decir, de patrones estables de conducta que transforman el medio, son también muchos los animales que fabrican artefactos. Sabemos también que las dos especies de chimpancés fabrican auténticos instrumentos. Así pues, no son las técnicas, no es la instrumentalidad lo característico de la técnica humana. Es el hecho de que sean composicionales. El antropólogo Steven Mithen ha propuesto que empleemos este criterio para reconstruir la historia de la mente humana (Mithen, 1996). Pues bien, hay un salto cualitativo en la evolución cuando se comienzan a construir instrumentos para fabricar instrumentos. El cambio cualitativo ocurre cuando se produce la composicionalidad de los artefactos: los instrumentos para fabricar instrumentos, las

técnicas que hacen posible otras técnicas denotan instrumentalidad de segundo orden. Solo los humanos, de entre las especies supervivientes, parecen haberla tenido.

La composicionalidad es una capacidad específicamente humana que se produce en todos los aspectos de la vida cognitiva. En el conocimiento intelectual, son muchos los animales que tienen representaciones y actúan siguiendo sus representaciones, pero solamente los humanos organizamos las representaciones en formatos complejos como son las teorías, derivamos consecuencias que extren información de premisas muy heterogéneas unidas por lazos lógicos y semánticos y actuamos siguiendo las consecuencias de las teorías. La composicionalidad es la base de la creatividad: con medios finitos y escasos se pueden articular ilimitadas construcciones. Es la idea de la mente como un mecano.

Y ahora ya podemos volver sobre los criterios de división entre lo natural y lo artificial: la cultura, la intencionalidad, el control no son suficientes. Es necesario cierto tipo de cultura, de inteligencia e intencionalidad, de control, para que existan técnicas y sistemas artificiales. La cuestión ahora es: ¿cuáles son las condiciones de inteligencia y cultura que hacen posible los artefactos y las técnicas composicionales de segundo orden?. Es necesaria intencionalidad estratégica: acciones compuestas en planes, es necesaria una cultura con suficiente división social del trabajo, es necesario el control parcial de los productos: es necesaria y suficiente la existencia de diseños, la acción planificada y cooperativa. La razón es que un objeto que muestre algún grado de composicionalidad necesariamente ha tenido que ser construido siguiendo un plan complejo que reorganiza muchas habilidades, muchos conocimientos⁴. Así, los pre-homínidos que eran capaces de tallar bifaces, el hacha de piedra que constituyó

⁴ Se puede aquí sostener una analogía entre el conocimiento teórico y práctico en relación a la frontera con el pensamiento animal: hay hipótesis en muchos animales. Solo los humanos son capaces de encadenarlas justificatoriamente y construir arquitecturas teóricas. El diseño composicional es el equivalente de la justificación en el razonamiento teórico.

uno de los instrumentos básicos de nuestros ancestros, tenían que elegir dos tipos de piedra, uno más duro que otro, o un trozo de madera duro para golpear cuidadosamente el sílex, tenían que buscar yacimientos de sílex, etc. Más allá, tenían que articular la vida del grupo para conseguir elaborar esos pequeños objetos que encontramos en los yacimientos.

3. EL DISEÑO DE UN MEDIO ARTIFICIAL

El diseño es a nuestras capacidades prácticas lo que las teorías a las capacidades especulativas. Así como las teorías organiza estructuralmente la información permitiendo la predicción de hechos futuros, los diseños organizan las acciones permitiendo la aplicación del plan a numerosos sistemas reales produciendo objetos y artefactos nuevos.

La racionalidad práctica, individual o colectiva, no se reduce a un cálculo de consecuencias de acciones tomadas una a una y concebidas atómicamente. La racionalidad se predica de grandes conjuntos de acciones articuladas en forma de proyectos. Incluso las acciones más triviales son el resultado de microproyectos, tal como se ha encargado de mostrar la psicología cognitiva y la inteligencia artificial. La forma sofisticada de racionalidad que ejemplifica la tecnología no puede reducirse tampoco a unidades tan pequeñas como las determinadas por un razonamiento instrumental medios-fin aplicado a la acción. Y además no debemos olvidar el carácter colectivo y cooperativo del sujeto de la investigación, aplicación y desarrollo tecnológicos. Las comunidades de tecnólogos que trabajan en laboratorios, empresas y otros centros de investigación y producción sostienen una compleja estructura de relaciones sociales y de división del trabajo. A su vez, los resultados de su trabajo se organizan en grandes unidades que estructuran otras más pequeñas. Llamaremos a las unidades pequeñas diseños tecnológicos y a las más unidades más grandes proyectos tecnológicos.

Un diseño es un plan de acción cuyo resultado es un artefacto o sistema artificial. La estructura de este plan es compleja pues, como veremos, no puede entenderse simplemente como una secuencia

jerarquizada linealmente de órdenes y fines. Los proyectos son grandes unidades que perviven a lo largo de la historia. Contienen fases de investigación y fases de aplicación y desarrollo. En realidad los proyectos son secuencias de diseños que pueden ser proyectadas en un paisaje de eficacia descubriendo las trayectorias históricas, a veces erráticas, a veces lineales. Los proyectos constituyen el marco en el que tiene sentido la evaluación de las tecnologías. Los diseños tomados uno a uno, pueden ser aceptados o rechazados, corregidos o sustituidos por otros nuevos a los que se añaden innovaciones locales o totales. Es también a escala de proyectos como podemos medir el alcance e impacto social de la tecnología o comparar proyectos alternativos que persigan similares resultados⁵. Estos grandes proyectos constan de multitud de diseños que son sustituidos y perfeccionados, sea en la fase de investigación como modelos que se corrigen antes de ponerse en práctica, sea en la fase de aplicación a partir de las deficiencias o problemas observados.

Los diseños cumplen en las tecnologías una función similar a la que las teorías cumplen en la ciencia. En esencia se trata de una secuencia de operaciones con el resultado de un objetivo prefigurado previamente. Consta de órdenes de acción o de preposiciones nomo-pragmáticas con una estructura articulada compleja. La estructura proposicional tal vez podría llevarnos a llevar la analogía más allá del nivel metafórico, pero la lógica de la tecnología es muy diferente de la de la ciencia; se mueve dentro del mundo de lo artificial, para distinguirlo de los otros mundos.

⁵ Por ejemplo, dos proyectos diferentes de tecnologías biológicas que pretendan adecuar características fenotípicas de cierta especie a las necesidades humanas: uno, el tradicional, basado en la genética de poblaciones y el perfeccionamiento por selección y, el otro, basado en la identificación de genes de ruptura de la cadena ADN y reproducción del gen en un organismo. O, por ejemplo, dos proyectos de simulación del pensamiento inteligente, uno basado en el perfeccionamiento de programas que se implementen en los medios existentes en la actualidad y otro en la construcción de ordenadores con nuevos materiales orgánicos que simulen el comportamiento neuronal.

3.1. LA ARQUITECTURA FUNCIONAL DE UN DISEÑO

Un diseño se define por su arquitectura funcional: un plan de acción siempre se forma mediante una descripción funcional que es independiente del medio o sistema físico que la realice o implemente. Tomemos por caso una máquina que, como cualquier otra, tiene por objeto una forma determinada de transferencia o transformación de energía: el diseño es el plan cuyo objetivo final es la realización física de esa máquina y su funcionamiento con el grado de eficiencia previsto. Al diseñar un artefacto establecemos mediante mapas, cálculos acerca de los materiales, diagramas de flujo, etc..., la conjetura de que el *artefacto* es posible. Es esencial que este diseño, presentado en diversas formas y modalidades de proyecto, sea traducible, en una primera aproximación a una secuencia de objetivos parciales que habrán de constituir los componentes de un plan general de acción⁶. Estos subplanes, a su vez, se pueden describir de una manera meramente funcional –en el diseño de una máquina, por ejemplo, los diversos componentes forman, a su vez objetivos de diseños que, por tanto pueden comenzar a representarse funcionalmente–. La organización del plan se va haciendo progresivamente más y más precisa hasta que la descripción funcional se convierte en reglas de procedimiento fundamentadas en el conocimiento científico de las leyes que rigen los materiales y sistemas físicos concretos con los que se trabaja.

La estructura de un diseño, tal como lo hemos representado, es la de un árbol jerarquizado de planes formado por reglas que contribuyen a la consecución de objetivos que pueden entenderse como nudos de la red que articula el árbol. Esta primera aproximación a la arquitectura de un diseño nos muestra, como es fácilmente observable, una forma de razonamiento instrumental simple y lineal: los objetivos están prefijados y el conocimiento disponible nos permite establecer, en principio, la fundamentación de las operaciones. El

⁶ De entre la amplia literatura sobre diseño, uno de los textos más recientes e interesantes es el de Ferguson (1992).

modelo admite una representación formal mediante el espacio de estados determinado por las propiedades relevantes del sistema concreto que queremos transformar. Un diseño, en esta primera aproximación constituiría la elección de un camino entre los diversos estados posibles. La elección determina los fines del proceso y los cambios de estado son causados por la intervención de un agente intencional bien directamente, o mediante el uso instrumental de un artefacto.

Un diseño, tal como nos aparece en este modelo, podría ser realizado y ejemplificado por algún programa experto de inteligencia artificial: un jugados de ajedrez, por ejemplo: Este concepto de diseño es correcto en esencia pero, si consideramos que la racionalidad tecnológica es una propiedad muy sofisticada de sistemas de acciones colectivas, el modelo nos resulta excesivamente simple. No contempla varias cuestiones que deberían ser tenidas en cuenta:

En primer lugar el hecho de que la transformación de un sistema de un estado a otro, cuando la transformación es el resultado de una acción intencional, no depende solamente de posibilidades legales, ni siquiera del conocimiento e intenciones del agente sino también de sus capacidades prácticas para llevarlo a buen término. En realidad se trata de un caso de un problema más general que debe ser tenido en cuenta en el diseño, a saber, la existencia de recursos suficientes para la realización del plan. Una primera corrección que deberemos imponer a nuestro modelo es que el diseño debe tener en cuenta ciertas condiciones de ligadura que no dependen de la estructura interna del producto sino de sistemas externos que interaccionan con él. Ligado el problema que plantean las interacciones con el medio ambiente sobre el que debe actuar el plan de transformación, nos encontramos con la existencia de obstáculos que en muchos casos no son predecibles, de modo que el plan debe contemplar mecanismos de reacción ante las dificultades y obstáculos. Un obstáculo en la realización de un plan impone al agente la tarea de razonar hacia atrás buscando, entre los medios disponibles, un nuevo fin parcial no formulado antes en el plan: el de la superación del obstáculo. En tercer lugar el diseño tiene que enfrentarse a un problema más arduo: hemos supuesto hasta el momento que siempre es posible, no sólo

formular, sino hasta jerarquizar los diversos objetivos que constituyen los varios estadios de la acción. La tecnología, sin embargo, como cualquier otra forma de acción, tiene que enfrentarse al hecho de que muchos objetivos, y por consiguiente los planes asociados a ellos, entran en relaciones de solapamiento, oposición y, a veces, cooperación. El hecho de aumentar la seguridad de un mecanismo puede afectar a su eficiencia o a su costo, el diseño más perfecto puede no ser el más comerciable, etc. la competencia entre objetivos, la vieja decisión entre cañones y mantequilla es el primer problema que se aprende en los manuales de teoría económica. Es también el primer problema de teoría del diseño.

3.2. LA REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA Y LA CREACIÓN DE UN LENGUAJE PARA EL DISEÑO

La capacidad creativa de la humanidad es constante a través de la historia. Ni siquiera tienen importancia las capacidades creativas individuales. Es cierto que la capacidad de los genios nos asombra: sus descubrimientos cambian la historia. Pero sería un error configurar la historia de la cultura humana como una historia determinada por genios y héroes. Esta historia romántica no es sino un trasunto más de una forma implícita de determinismo, una historia en la que a los genios y héroes les cabe intuir el momento del desenvolvimiento del espíritu absoluto, las condiciones de la revolución o lo que se quiera.

No, los genios y héroes no son más que productos de la multiplicación de las consecuencias de una acción o decisión creativa en un contexto social o cultural. Lo realmente duro es sobrevivir con un salario escaso, la consecución de un premio Nobel es el resultado de un duro trabajo, de l esfuerzo de la imaginación, de suficientes habilidades, de apoyo y de un poco de suerte, pero no exige capacidades que no estén distribuidas de forma estadísticamente relevantes en la población humana. De forma que lo importante es analizar las condiciones que hacen posible la diferencia, que hacen posible que algunas sociedades sean capaces de multiplicar los resultados de sus

potenciales creativos. La cuestión está en explicar por qué en algunas sociedades la novedad y la creatividad se convierten en un vector que impulsa el cambio.

No puedo desarrollar todas las dimensiones que permitirían responder a esta pregunta de modo que me voy a limitar a una de las condiciones fue esencial en el desarrollo histórico. Fue la creación de un lenguaje de representación lo suficientemente potente como para hacer posibles las creaciones incrementales que multiplicaron la complejidad de los diseños técnicos previamente existentes. Un medio representacional es un sistema de símbolos lo suficientemente potente como para albergar la memoria colectiva. En el caso de las técnicas debería ser suficientemente potente como para almacenar los diseños. Y esta exigencia dista de ser trivial. Pensemos en el caso de la ciencia física: la creatividad tardomedieval, a pesar de los innumerables méritos que deben serle reconocidos, tenía limitaciones representacionales innegables. La aparición del análisis matemático pudo superar estas limitaciones. La ventaja del análisis matemático estaba en la capacidad de representar procesos muy abstractos como eran los cambios funcionales, las funciones de funciones, o la estructura de los agentes operativos en la causalidad instantánea, a través de las derivadas o las múltiples dependencias, mediante las derivadas parciales y el cálculo tensorial. Todos estos elementos, que dependían de desarrollos en el Álgebra, suministraron a la ciencia un instrumento potente que homogeneizó la forma de describir los procesos físicos y permitió a los autores descubrir analogías profundas entre las descripciones de muchos procesos.

El medio representacional del Análisis fue desde luego un instrumento muy útil también en la tecnología, puesto que sirvió igualmente para hacer modelos de procesos físicos implicados en los diseños tecnológicos. Pero no es instrumento suficiente para incorporar toda la información que contienen los diseños. Recordemos que los diseños son planes de acción que incorporan niveles muy heterogéneos de realización, y que entrañan conocimiento teórico y conocimiento práctico. Pero al mismo tiempo, a menos que pueda existir un medio representacional suficientemente potente, los diseños

no pueden ser modificados si no son realizados en un prototipo o en un artefacto.

El desarrollo de un lenguaje representacional para el diseño fue un largo proceso que comienza en el Renacimiento. Por una parte aparece la idea de autor y la protección de la creatividad individual, lo que dio una prima social a la dedicación a la tarea de la innovación. No fue este un proceso que se desarrollara de igual forma por todos los países. De hecho fueron, como en tantas otras cosas, Italia y los Países Bajos los lugares donde la profesión de ingeniator comenzó a desarrollarse. Los ingenieros renacentistas dibujan sus diseños, primero usando un lenguaje básicamente pictórico, cuya mayor utilidad es la de describir la funcionalidad del artefacto.

La imprenta permitió la difusión de estos primeros diseños. *De re metallica* de G. Agrícola, un ingeniero de minas alemán es un suceso tan característico en el terreno del desarrollo tecnológico como lo fue la publicación del *De revolutionibus orbium coelestiarum* de Copérnico. Los primeros dibujos se extienden por toda Europa y América creando un corpus de ideas sobre los que se desarrollan otros diseños. La segunda fase del diseño fue la expansión de la primera imagen del uso en una descomposición de las máquinas en sus componentes. La tercera fue la aplicación a la fase anterior de los métodos de proyección ortográficos. La forma de los componentes es traducida en un sistema de representación que permite ser reproducido por cualquier artesano puesto que incorpora toda la información espacial necesaria: son dibujados de manera que es posible reconstruir múltiples copias de un mismo modelos de forma que las copias sean solamente distinguibles numéricamente. Sin este lenguaje representacional la revolución industrial hubiera sido imposible.

El desarrollo del lenguaje moderno del diseño se produce entre 1650 y 1800. El origen se encuentra en varios lugares pero quizá el más relevante fue el diseño naval. Hélène Vérine, 1993 ha reconstruido como la homogeneización de la Armada francesa en lo que se refiere a los tamaños de los buques de guerra produjo, en primer lugar, que los diferentes maestros constructores explicitaran e hicieran públicos sus métodos de construcción, más tarde se unificaron las

partes y se desarrollaron los planos como medios de construcción de diversos ejemplares del mismo tipo. En el ministerio naval inglés parece haberse extendido el uso de planos con el objeto no solamente de repetición de los diseños exitosos de un buque, sino también con el propósito abierto de experimentación con variaciones en el diseño sin necesidad de tener que construir el buque. Por caro que fuera la representación a escala del proyecto de un buque siempre empleará menos recursos y tiempo que su construcción física.

El desarrollo de los métodos pictóricos de proyectar diseños emplea la ciencia de la geometría proyectiva, que puede concebirse como un sistema de cómputo de medidas y formas, de manera que mediante una representación el técnico puede seguir sistemáticamente el dibujo como una regla para construir el artefacto. Pero además el diseño permite diversos grados de aproximación y realización.

El dibujo en borrador no es solamente un almacén de información colectiva: es también un objeto que representa perfectamente el modo en el que se produce el cálculo y la deliveración mental del creador ingenieril. El modo de representación visual permite computar información que otros modos conceptual o matemático solo pueden a costa de un derroche de medios que las limitadas capacidades del cerebro humano no pueden permitirse. El cerebro humano es básicamente visual en sus formas de composición de nuevos artefactos. El diseño en sus fases de borrador tiene así su continuidad en los diseños representados en los complejos juegos de planos a escala.

A finales del siglo XVIII se crean las escuelas técnicas que aún perviven, en las que se enseñan los métodos de diseño y se constituye la profesión de ingeniero en un sentido moderno.

Lo importante de este largo proceso es que se crea una especie de mente colectiva que multiplica las capacidades creativas de individuos que dedican su tiempo a imaginar soluciones a veces a problemas que ellos mismos descubren o que solamente pueden ser descubiertos por el hecho de que anteriormente ya existen diseños previos de los que estos nuevos diseños son una respuesta.

3.3. LAS DECISIONES TECNOLÓGICAS EN EL ESPACIO DE LAS POSIBILIDADES PRAGMÁTICAS

Si el contenido empírico de una teoría científica consiste en un conjunto de estados que, según las leyes de la teoría, *son posibles*, el contenido de un diseño tecnológico en el momento de su formulación también consiste en una conjetura acerca de posibles estados de los sistemas que abarca esa particular tecnología, sistemas que cumplen la misma función que los modelos físicos de una teoría. Los diseños tecnológicos también establecen posibilidades, pero de una modalidad diferente a la de las teorías científicas. La idea que nos servirá de conductor para dilucidar esta modalidad se explica en pocas palabras: mientras que en la ciencia juega un papel constitutivo la eliminación del sujeto cognoscente y sus propiedades o capacidades, hasta el punto que cabe pensar que dos sistemas científicos basados en capacidades empíricas muy diferentes, por ejemplo las que pudieran tener otros seres inteligentes de estructura sensorial diferente de la nuestra, serían, en principio, traducibles el uno al otro, en la tecnología pasa exactamente lo contrario. El sujeto (agente en nuestro caso) forma parte, de una u otra manera, de las situaciones o estados de cosas que determina un diseño tecnológico. El diseño establece una clase de situaciones que son posibles pragmáticamente, pero esta posibilidad, como veremos seguidamente, es relativa a nuestro sujeto agente.

Cuando describimos o nos representamos un sistema siempre lo hacemos bajo un punto de vista desde el que seleccionamos las propiedades relevantes internas al sistema o las relaciones con su medio que interesan a nuestra teoría. La descripción que hacemos del sistema nos determina un conjunto de estados posibles que dependen lógicamente de la descripción. Al teorizar sobre el sistema o más precisamente, sobre una clase indeterminada de sistemas que satisfacen nuestra descripción, restringimos los estados de cosas posibles a un subconjunto formado por los estados *nómicamente posibles*.

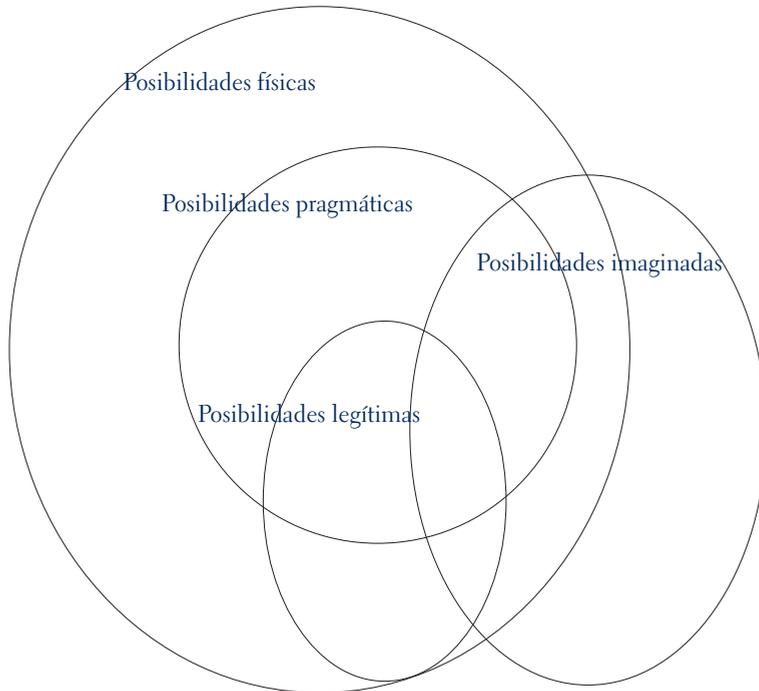


Figura 1

El espacio de estados legalmente posibles es muy importante en tecnología ya que nos define de un modo lógico dónde debemos buscar satisfacción a nuestros deseos. En nuestra vida corriente tendemos a pensar en las leyes científicas como restricciones que se imponen a nuestros deseos. Píndaro en uno de sus *Epinicios* nos da una de las mejores versiones reducidas del racionalismo práctico: “agota, alma mía, el campo de lo posible pero no aspire a la inmortalidad”. En esta versión del sentido común lo primero en el orden de lo dado es el deseo y solo después, al descubrir la realidad, el momento de acomodo o resignación. Hay sin embargo otra manera de entender la función que cumplen las leyes científicas en la vida cotidiana. Marx nos dice que la humanidad no se plantea más que aquellos objetivos que ya puede conseguir. Pues bien, aunque la noción de deseo debe dilucidarse en el marco de una teoría de la acción cotidiana y no

tecnológica, sí cabe decir que el contenido representacional –mejor dicho, la parte representacional del contenido- de un deseo es relativa a nuestro conocimiento del mundo. Las leyes y por consiguiente el espacio mínimo de posibilidades no tiene entonces por qué entenderse como una restricción sino, por el contrario, al compás del desarrollo de nuestro conocimiento, como una ampliación progresiva del horizonte de nuestras expectativas e imaginación.

Al situar un sistema con una parte de su medio ambiente constituida por un sujeto que conoce las leyes internas del sistema en cuestión, o simplemente su funcionamiento fenomenológico, construimos un nuevo espacio de estados: el espacio de *estados deseables* del sistema. Dicho estado resulta de una intersección entre el espacio de estados representable por el sujeto y el espacio legal. Exigimos tan sólo que el sujeto conozca algunos estados permitidos. Por otra parte, no todos los estados que el sujeto es capaz de representarse son estos deseables, ni todos los estados deseables son nómicamente posibles. Podemos imaginarnos este nuevo extraño espacio de estado acudiendo a una simulación en un programa de inteligencia artificial capaz de diseñar algún artefacto. Dotaremos a este sistema de varios mecanismos: en primer lugar, de un *mecanismo detector de objetivos*. Un detector de objetivos debe ser capaz de proyectar los estados futuros del sistema y elegir, mediante alguna función de evaluación uno que sea deseable relativamente a un estado interno el sistema diseñador. No todos los estados deseables son, sin embargo estados legítimos: el espacio de alternativas se somete aquí al control de los valores en el terreno de la esfera pública de discusión. Restrinjamos, pues, lo deseable a lo “legítimamente” deseable.

El espacio de estados deseables es aún demasiado amplio para constituir una base de demarcación de los diseños tecnológicos. Se exige restringir aún más este espacio a través de lo que hemos denominado *posibilidad pragmática*: nuestro detector de objetivos, si es capaz de llegar a realizar un diseño, debe ser capaz de definir un objetivo o un conjunto de objetivos como pragmáticamente posibles. Pues bien, el contenido semántico de un diseño, en el momento de su formulación o construcción como producto cultural es el conjunto de estados futuros que son posibles pragmáticamente.

Cuando se construye un diseño tecnológico se establece una conjetura cuyo único y final juez habrá de ser la construcción práctica. En las conjeturas científicas la naturaleza es el juez más importante – aunque no el único como sabemos desde Kuhn y Lakatos– en la tecnología, sin embargo, no es un jurado externo, por así decirlo, quien deberá tomar una decisión, puesto que la propia naturaleza del diseño exige que su realizabilidad lo sea por sujetos *como nosotros*. Esto nos lleva a plantearnos una nueva cuestión relacionada profundamente con las posibilidades pragmáticas tal como las hemos definido: es la relación que existe entre la representación de objetivos y la habilidad práctica para llevarlos a cabo.

3.4. APROVECHAR LA OPORTUNIDAD: LAS HABILIDADES Y LAS POSIBILIDADES

Hay una obvia e incontrovertible ligazón del desarrollo tecnológico y el científico, pero ésta es solamente una parte de la historia que afecta solamente al contenido representacional lingüístico de la tecnología. Sin embargo, cuando un diseño establece que un objetivo es pragmáticamente posible, realiza un juicio acerca de su realizabilidad. Supongamos que nuestro programa de inteligencia artificial al que aludíamos antes está ya dotado de un mecanismo detector de objetivos: para que este sistema llegue a la conclusión de que este objetivo es pragmáticamente alcanzable, debe ser auxiliado por la existencia de un plan de realización cuyos objetivos intermedios deben ser así mismo realizables. Ahora bien, cuando juzgamos que un objetivo es alcanzable no podemos tener en cuenta solamente el encadenamiento de objetivos parciales, sino que hemos de considerar un contexto casual más amplio, en particular, la habilidad de los agentes para llevar a cabo la transformación diseñada. Un instrumento no es, como puede entenderse fácilmente, un simple objeto físico: sus propiedades físicas no son suficientes a menos que exista un sujeto que sepa para qué sirve y cómo utilizarlo y que realmente pueda utilizarlo. Las consideraciones de saber-cómo son esenciales para juzgar la realizabilidad de un objetivo. En estas consideraciones,

por otra parte, se sustenta el carácter secundario de las posibilidades pragmáticas. Estas son relativas a la existencia de instrumentos y habilidades para utilizarlos.

El problema que presentan los conocimientos prácticos, o el “saber cómo”, es su persistente opacidad al análisis teórico (Vega, 1996). Se trata de tareas que realiza el cerebro humano pero que no siguen patrones de razonamiento usuales. No porque sean representables proposicionalmente sino porque entran en juego factores de imaginación mental y razonamientos analógicos y, en ocasiones, principios probabilísticos no expresados. Desde luego la resistencia al análisis teórico no tiene por qué ser permanente. Aunque no disponemos de un buen análisis filosófico del concepto de habilidad hay datos que nos permiten esperar que algún día no muy lejano disolvamos parcialmente esta opacidad: en primer lugar, las habilidades pueden ser enseñadas, sea por imitación, el caso más común, sea mediante un esfuerzo de reflexión y subsecuente verbalización de los principios de acción; en segundo lugar, las nuevas tecnologías empleadas en la robótica han demostrado que es posible construir sistemas expertos capaces de desarrollar conocimiento práctico. Las consideraciones de “saber cómo”, no obstante, multiplican la dificultad cuando nos situamos en el campo de los aspectos sociales de la tecnología, es decir, allí donde los diseños incluyen proyectos humanos como parte constitutiva: las tecnologías económicas, las técnicas de gestión, la educación, la ordenación sanitaria, la planificación del territorio, la polemología, etc. en estos campos se está produciendo una revolución tecnológica en la que las habilidades no son factores que puedan quedar fuera del diseño general. Pero también ocurre algo similar en aquellas tecnologías en las que el trabajo rutinario se ha sustituido parcial o totalmente por el uso de sistemas expertos. Ello es posible a costa de una creciente necesidad de conocimiento experto en el diseño de programas expertos. Lo que ocurre tanto en la ciencia como en la tecnología es que valoramos más la novedad que la trivialidad. Juzgamos valiosa una tecnología si nos propone nuevos objetivos alcanzables, dicho con otras palabras, si amplía nuestro espacio de posibilidades.

El espacio de posibilidades pragmáticas nos permite estipular un concepto de racionalidad tecnológica como astucia, como habilidad para aprovechar las oportunidades.

Es el momento de aclarar el concepto de oportunidad a la luz de la teoría anterior de las posibilidades tecnológicas.

El mundo en el que discurre nuestra existencia personal y social, mental y cultural, es un mundo de posibilidades. Nuestra memoria está constituida por lo que fue y por lo que no pudo ser, por lo que se actualizó y por las posibilidades no realizadas, cuyo no realizarse dejó huella en nuestro recuerdo personal o en la memoria colectiva. El mundo actual es real en cuanto tiene una estructura causal que determina haces de posibilidad. Y nuestro mundo representacional, subjetivo o intersubjetivo es, aún más, un universo de mundos posibles. La racionalidad consiste primero en una determinación de las trayectorias posibles, de las alternativas u oportunidades y después en la elección adecuada. La teoría económica de la racionalidad toma las oportunidades como algo dado, al igual que las metas, valores, utilidades, etc. Pero no está tan claro, es más buena parte de los problemas que nos plantea el cambio técnico provienen del hecho de que las oportunidades no están dadas. En primer lugar hay que saber percibir las, en segundo lugar hay que saber aprovecharlas.

Cada innovación tecnológica, por leve y mínima que sea establece una bifurcación en las trayectorias posibles en lo que anteriormente hemos denominado *paisajes de eficacia*. Estas posibilidades están dadas en un sentido objetivo, pero no necesariamente son percibidas subjetiva o intersubjetivamente. Los ingenieros de Alejandría desarrollaron los rudimentos de la tecnología de vapor, pero no fue percibida como una posibilidad de fuente de energía, quizás porque solamente fueron percibidos como juguetes curiosos. Necesitamos teorías del cambio técnico precisamente para dar cuenta de estos efectos. Pero la cuestión filosófica es la distancia que existe entre lo que objetivamente es posible y lo que se percibe. Del mismo modo que una teoría determina un espacio de posibilidades conceptuales o lógicas, pero hay que saber buscarlas y extraerlas, las posibilidades pragmáticas hay que concebirlas y plantearlas como oportunidades.

Las posibilidades se convierten en oportunidades relativamente a la *cultura tecnológica* del sujeto individual o colectivo⁷. La cultura tecnológica es un repertorio de habilidades y conocimientos, un trasfondo que filtra las capacidades de percepción y realización de oportunidades (Vega, 1996). En este sentido modifica la idea formal de racionalidad como una capacidad abstracta e independiente del contenido.

La noción fuerte de racionalidad como capacidad para aprovechar las oportunidades es una noción objetiva al tiempo que normativa: no solamente nos exige la economía de costos para alcanzar resultados. Es inútil si no somos capaces de percibir las oportunidades, y si no somos capaces de dilucidar las trayectorias en los espacios de eficacia tecnológica. Hay, pues, una profunda interacción entre nuestras capacidades de representación de oportunidades y la racionalidad tecnológica. La astucia es una habilidad, pero es una habilidad educable.

4. LA IMPLICACIÓN DEL PÚBLICO EN LAS DECISIONES TECNOLÓGICAS

4.1. EL EQUILIBRIO ENTRE LA INNOVACIÓN Y EL RIESGO TECNOLÓGICO

La racionalidad como astucia, la habilidad de explotar las circunstancias para hacer posibles las oportunidades es una virtud, algo que depende del éxito de nuestras capacidades de transformación de la realidad cuando se ejercen en circunstancias favorables. Exige, por consiguiente, un componente interno, la habilidad y una cooperación del medio.

⁷ La idea de cultura tecnológica ha sido desarrollada por Quintanilla (2001). En general la cultura tecnológica obra como un nicho en el que tienen lugar las capacidades tecnológicas de una sociedad. Las capacidades han sido postuladas recientemente como un marco para discutir cuestiones acerca de la justicia e igualdad por Amartya Sen. Francisco Álvarez (2001) propone una buena introducción a las consecuencias del pensamiento de Sen para la axiología de la tecnología.

La tecnología es una forma de transformar el medio. Quien modifica el medio transforma las posibilidades futuras: puede conseguir lo que buscaba, pero al tiempo abre espacios de posibilidad que no estaban presentes. De ahí que la racionalidad tecnológica sea necesariamente un concepto tenso entre dos dimensiones que no siempre, casi nunca, se complementan: la novedad y el control. La novedad entraña abrir posibilidades, y por ello riesgo. De manera que la racionalidad consiste en una adecuada mezcla de habilidad innovadora y prudencia de control. Debemos subrayar que la racionalidad es necesaria porque no estamos programados, porque no hay manual de instrucciones para la vida: nos movemos en un territorio de incertidumbre y riesgo en el que puede resultar tan irracional la audacia como el miedo⁸.

El mayor peligro de la tecnología está en nuestros mecanismos de irracionalidad. La avaricia ciega: los ingleses llaman a este fallo de la racionalidad *wishful thinking*, pensamiento desiderativo. Es un fallo de lucidez producido por la interferencia del deseo o el miedo sobre la estimación de la probabilidad de un suceso: el deseo de que ocurra, o el temor de que lo haga, aumenta la estimación de las probabilidades de que ocurra. La interferencia puede también producirse en la dirección opuesta, como ocurre cuando la estimación de la dificultad de un objetivo produce un decaimiento del deseo de alcanzarlo. Es el efecto que Jon Elster ha denominado *uvas verdes* (la zorra deja de desear las uvas porque le cuesta alcanzarlas). Tanto uno como otro son errores gravísimos de la racionalidad y ambos son parte de una familia de fallos en la inferencia y la decisión racional en los que se sustentan en cierta medida muchas formas de poder y desigualdad. Pues el poder es siempre poder sobre estos mecanismos, sea como inteligente “gestión” del deseo, sea como administración del miedo. Estos mecanismos son estables y permanentes en todos nosotros, incluidos los propios técnicos que creen estar alejados de

⁸ López Cerezo, J.A. y J.L. Lujan (2000) han desarrollado una importante introducción a la noción de riesgo aplicable a la tecnología. Por otro lado, en cuanto a los aspectos políticos de las controversias sobre riesgos, véase Broncano (2001).

los sesgos. El único remedio es el control cuidadoso y prudente de todas las decisiones.

En la noción de racionalidad que mantenemos la innovación y el control forman parte sustancial del proceso completo de desarrollo de cualquier producto tecnológico. La mezcla adecuada de control de riesgo y de audacia innovadora es un problema de racionalidad tecnológica, pero no de racionalidad estrecha, en el sentido de que haya normas y reglas para tomar decisiones inapelables. Si algo nos ha demostrado la historia de la tecnología de las últimas décadas ha sido el fracaso sistemático de todas las promisorias “técnicas” de prospectiva que optimistas como Daniel Bell y otros autores de los años sesenta daban por bien establecidas. Las controversias tecnológicas no han sido desde entonces la excepción sino la regla. Y hoy todos saben que la racionalidad debe incorporar la dimensión colectiva de la controversia y la negociación, de manera que cuestiones que anteriormente se han concebido como externas, políticas, hoy las consideramos internas, y sólo los malos ingenieros se atreverían a despreciarlas como externas. Pero la incorporación del riesgo y del impacto nos conduce directamente al tema del sujeto de la tecnología.

Sabemos desde hace décadas que la controversia ha ascendido desde si hay que aceptar o no ciertos riesgos hasta la cuestión misma de cómo y quién estima el riesgo. No se trata ya tanto del riesgo de la tecnología sino del riesgo de irracionalidad de quien la evalúa, el viejo problema de quién custodia a los propios guardianes.

4.2. A FAVOR DE UN SUJETO COLECTIVO EN EL DISEÑO Y EN LAS ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

La tecnología contemporánea no consiste en acciones básicas y atómicas sino en sistemas gigantescos de acciones realizadas por numerosos agentes de manera cooperativa, empleando conocimientos y útiles heterogéneos. En esta escala se nos plantea la cuestión acerca de las unidades de análisis que tenemos en cuenta y la naturaleza del sujeto. Los productos de la tecnología son transformaciones en el medio que son fruto de acciones que fueron realizadas de tal

forma y en tal secuencia que produjeran esa transformación y no otra alternativa. Una vez que están en el mundo pueden usarse para aquello que fueron “diseñados”, aunque podemos “aprovecharlos” de manera algo o muy distinta para lo que fueron diseñados. Los artefactos son como los textos, no basta conocer la estructura física, hay que entenderlos y para ello necesitamos saber quién y con qué intenciones los diseñó, (*intentio auctoris*), por supuesto, cuál es la forma del diseño (*intentio operis*) y quién lo usa y para qué (*intentio receptoris*)⁹. Distinguiremos en primer lugar, las unidades o entidades de las que vamos a predicar la racionalidad, a saber, los sistemas de acciones y, en segundo lugar, los sujetos a los que adscribiremos esta facultad, a saber, los sujetos colectivos implicados en las acciones o sistemas de acciones tecnológicas. Nuestra primera tesis será, pues, que la racionalidad tecnológica se predica de sistemas de acciones ejercidas y evaluadas por sujetos colectivos y cooperativos.

La racionalidad deja de ser así una propiedad intrínseca de la tecnología o de la gente, como suponen muchos de los críticos para convertirse en una relación que un artefacto establece entre un conjunto de agentes que lo han producido en ciertas circunstancias y otro conjunto de agentes que lo usan en otras circunstancias. Cualquier determinación o cualificación que hagamos de la racionalidad de un sistema tecnológico debe tomar en cuenta esta naturaleza relacional, temporal, sistémica y cooperativa de los sistemas. Fuera de la relación los artefactos son objetos físicos como otros cualquiera, pero no objetos técnicos. Y las acciones, independientemente del sistema son acciones sin sentido, de las que poco cabe decir.

Este doble punto de vista sistémico y cooperativo nos indica que estamos en un nivel diferente al de la racionalidad práctica individual y atómica. Puede darse el caso de que, dado un conjunto de acciones, todas ellas sean racionales, tomadas una a una, sin que lo sea el resultado cuando las unimos sistémicamente. El sujeto de la acción tecnológica es un sujeto colectivo agente responsable de

⁹ Sobre los aspectos semióticos en el diseño, véanse Dorfler (1972), Costa (1994) y Steadman (1982).

acciones que son realizadas y evaluadas en forma cooperativa. Un sujeto colectivo se constituye cuando existe un sistema de hábitos sociales que forman una institución ocasional o permanente: la cooperación de los cazadores para detectar, perseguir, aislar, cazar, preparar y transportar la presa constituye un sujeto colectivo sin que la asociación sea necesariamente estable. La tecnología no es una de esta clase de asociaciones ocasionales; comparte con la ciencia, los sistemas educativos, las religiones, las instituciones jurídicas nacionales e internacionales, etc., el hecho de pertenecer a las instituciones estables que constituyen nuestro complejo entramado cultural. Las instituciones permanentes surgen cuando la cooperación exige, junto a la división social del trabajo, la presencia de elementos que podemos llamar de “memoria colectiva” sin los cuales es imposible que el sujeto colectivo como tal desarrolle mecanismos de aprendizaje. Los sistemas tecnológicos no constituyen instituciones en un sentido jerárquico sino reticular. Están constituidos por redes de microinstituciones sociales que incluyen artefactos, conocimientos y, por supuesto, gente.

La tecnología comparte con la ciencia una cautela y escepticismo sistemático hacia los productos¹⁰. La base de la racionalidad del desarrollo científico y tecnológico se sustenta sobre la capacidad de someter

¹⁰ Petroski (1992) lleva esta analogía al corazón de la práctica tecnológica. Los fallos, sostiene Petroski, son connaturales al propio diseño como lo es el error al proceso de conocimiento. La diferencia está en la visibilidad de los daños: “La gran carga del ingeniero, comparada con la de personas de otras profesiones es que sus obras están en un espacio abierto donde todos pueden verlas. Sus actos, paso a paso, están hechos de sustancia dura. No puede enterrar sus errores en una tumba, como los doctores; no puede disolverlos en argumentos ni culpar a los jueces, como los abogados; como los arquitectos, no puede esconder los fallos con árboles y viñas; no puede, como los políticos, esconder sus errores echándole la culpa a la oposición y esperar que el pueblo se olvide. Simplemente, el ingeniero no puede negar lo que hizo. Si sus productos no funcionan será condenado” (Petroski, 1992, p. 215). Esta visibilidad de la ingeniería, que señala con razón Petroski, sin embargo, no le lleva a una conclusión que me parece bastante clara: cuando consideramos el diseño desde el punto de vista colectivo, la posibilidad de los errores no desaparece; sin embargo, la naturaleza de la tecnología hace mucho más transparentes las distribuciones de responsabilidad y la asunción de riesgos. Véase también sobre los fallos en relación al proceso de diseño el capítulo 7 de Ferguson (1992).

a las unidades básicas, teorías o diseños a una batería de *evaluaciones críticas* o controles de calidad. Es en este punto en el que la ciencia y la tecnología muestran su cierta superioridad respecto a otros ámbitos de la vida en donde los controles y las atribuciones de responsabilidad son menos cuidadosos. Estos controles comienzan desde el primer momento de la gestación o descubrimiento tecnológico, continúan en las cuidadosas puestas a prueba que sufre el diseño, bien porque se fabrique un prototipo o en un diseño matemático del mismo, y no terminan con la aplicación práctica del producto, al contrario, es entonces cuando sufren los controles a los que los usuarios y técnicos de mantenimiento les someten para contrarrestar si en la práctica se corroboran las expectativas previas, o, si acaso, hay que modificar las expectativas, que todo puede ocurrir.

Si en cuanto al rol de los errores no hay diferencia entre la ciencia y la tecnología, sí la hay, sin embargo, en cuanto al sujeto colectivo al que le compete hacerse responsable de ellos, y por consiguiente tomar decisiones. Mientras que en la ciencia es básicamente la comunidad de científicos el sujeto responsable, en la tecnología es necesario tener en cuenta un sujeto más complejo que el de la comunidad de ingenieros y diseñadores, puesto que los grupos sociales o las propias sociedades que disfrutan o sufren la tecnología deben participar con una función interna dentro del proceso de desarrollo tecnológico que no tienen en el científico. Y no sólo mediante el control externo que les permite el dominio de los medios de financiación, o de las decisiones últimas de aplicación tecnológicas, sino también en algún sentido transformando mediante el uso sistemático los propios resultados de la tecnología y en consecuencia, también tomando decisiones de las que puedan hacerse responsables. Es una condición normativa: sin ella la tecnología todavía no es un sistema de transformación racional colectiva de la realidad.

4.5. EL USUARIO COMO CREADOR Y EL DISEÑO COOPERATIVO

El uso no es mero uso. El uso sistemático rediseña el instrumento, lo transforma a veces con mayor profundidad que las intenciones del

constructor¹², de manera que si no estudiamos la trayectoria de los usos sociales no entenderemos nunca los objetos de la tecnología y los procesos. Jesús Vega, 1996 ha estudiado cómo el hecho de que las primeras máquinas de vapor desarrolladas en el Museo de Alejandría solamente tuvieran una recepción como objetos ornamentales explica el que la oportunidad tecnológica de la tecnología del vapor tuviese que esperar varios siglos más. Los ingenieros alejandrinos solamente construyeron juguetes, máquinas maravillosas que nadie empleó como fuentes de energía mecánica en las necesidades cotidianas. Hay muchos más factores, desde luego, pero la cuestión interesante es que ese uso ornamental es responsable, más que la falta de una teoría, de que no se percibiese como una posibilidad de fuente de energía. En el Mediterráneo romano y helenístico parece haber existido una barrera a la difusión de la energía de vapor. Pero esta barrera no estaba en el conocimiento de los ingenieros, ni en su habilidad, sino que se encuentra en las expectativas de uso de la sociedad, que hace invisible esta tecnología. Así como la energía hidráulica, producida por molinos de eje horizontal, parece haberse extendido en el imperio romano, no encontramos casos sistemáticos de uso de la energía de vapor.

Poco a poco va calando la idea de que el usuario debe incorporarse activamente al proceso de producción de la tecnología. Y en cualquier caso, podemos estar seguros de que un ingeniero no será un buen ingeniero a menos que sea también un buen usuario del producto. Así por ejemplo, un teórico de los métodos de diseño como J.Christopher Jones nos cuenta esta experiencia:

¹¹ Bijker (1995) ha estudiado como dos usos sistemáticos distintos transformaron los diseños de bicicletas en dos direcciones distintas. De forma que si no estudiamos la trayectoria de los usos sociales, no entenderemos nunca los objetos de la tecnología y los procesos. Bijker, como otros autores de tendencia constructivista, dicen algo más fuerte que lo que aquí proponemos: afirman que dos interpretaciones sociales distintas implican dos objetos tecnológicos distintos. Lo que supondremos aquí es que dos usos sociales sistemáticos diferentes rediseñan los artefactos en dos direcciones diferentes. No tiene que ver con la mera operación de interpretación. Las máquinas de vapor no son caballos de hierro, como dicen los indios de las películas, pero las bicicletas de montaña sí pueden llegar a ser objetos de una variedad distinta que las bicicletas.

“al diseñar por ejemplo un edificio, una casa o un hospital o algo [...] tú sabes desde el principio que será bastante parecido al hospital corriente, a la casa corriente. Entonces es una tontería emplear métodos complejos [...] Pero a veces estás intentando diseñar algo que nadie ha hecho nunca [...] Nadie sabe cómo hacerlo. De modo que no puedes usar un proceso existente [...] Entonces tienes que “diseñar el diseño” [...] así como diseñar el resultado del diseño. [...] Si trasladas tu atención del productor al consumidor eludirás esta dificultad. Los consumidores están más ligados a la vida real [...] Todos somos usuarios [...] sé que somos especialistas y todos los demás istas, pero antes que nada tenemos que desayunar y dormimos” (Jones, 1984, p.43).

El diseñador tiene que adquirir de algún modo ese conocimiento de uso y de las expectativas de recepción sin el que su diseño está condenado a ser un juguete inútil, un mero ejercicio de transformación de la materia, pero no de innovación tecnológica. En el ejemplo de Jones, puede que la familiaridad con el comer y el dormir le de ese conocimiento, pero lo más lógico es que sean los propios usuarios los que definan sus necesidades. Y así el proceso puede ser interactivo, no lineal, un proceso en el que, como explica Christopher Jones, el proceso de diseño se convierta en un proceso de diseño del diseño. Diseñar como bailar un tango: exige práctica de acomodación a los movimientos del otro y a la música.

Las peculiares características del modo en el que se produce el desarrollo tecnológico, del modo en el que nacen los objetos, nos lleva a dos conjeturas provisionales, en primer lugar, que la forma *sui generis* del conocimiento implicado en el desarrollo de un proyecto tecnológico influye de forma determinante en el modo de evaluar el proyecto. En segundo lugar, que esta misma forma particular exige el tipo de sujeto cooperativo y colectivo que estamos postulando.

El diseño cooperativo es una posible forma de incorporación del sujeto a las decisiones en los primeros momentos de desarrollo de los artefactos. Ya se han ensayado algunas experiencias al respecto, y es un tipo de proceso que debería extenderse, pero la incorporación que estamos proponiendo involucra aspectos más profundos. Puesto que las decisiones tecnológicas en el marco de los paisajes de eficacia im-

plican decisiones en las que el equilibrio entre la novedad y el riesgo afectan de manera determinante a todos, incluyendo las generaciones futuras, el proceso de diseño colectivo debería concebirse mediante una institucionalización en la esfera pública de la deliberación acerca de las alternativas tecnológicas. Los controles reflejarían entonces filtros de calidad que involucran esferas de responsabilidad colectiva y, por consiguiente, ámbitos de decisión y autonomía más allá de los imperativos presuntamente tecnológicos.

El concepto colectivo de diseño y desarrollo tecnológico nos lleva a uno de los puntos más conflictivos del pensamiento sobre la tecnología contemporáneo, el lugar de los valores en las decisiones tecnológicas¹². En particular, el problema se convierte en acuciante en el caso de las innovaciones radicales que permean a todas las demás transformaciones tecnológicas y transforman radicalmente el escenario artificial.

La emergencia de descubrimientos tecnológicos radicalmente nuevos presenta un problema serio para las teorías de la racionalidad más consagradas, en particular aquéllas que se han cavado una división irreconciliable entre la razón según fines y la razón instrumental. La diferencia entre los fines que son meros fines instrumentales y los fines universales o universalizables sólo tiene sentido cuando podemos distinguir claramente unos de otros. El problema surge de

¹² Sobre la axiología en la tecnología, véase Echeverría (2001). En este trabajo, como en otros varios dedicados a los valores en la ciencia y la tecnología, Javier Echeverría propone un pluralismo de valores que son tomados en consideración en el momento de la evaluación de las tecnologías. La axiología nos permite establecer un espectro de puntos de vista que deben ser tomados en cuenta en cada momento del desarrollo tecnológico. Más tarde, es la libre discusión autónoma de las partes concernidas la que establece el peso que deben tener las múltiples evaluaciones respecto a los diferentes valores. En Broncano (1997) he argumentado, más allá, a favor de la idea de que una legitimación democrática genuina exigiría el respeto de las perspectivas distintas de los diversos colectivos implicados en las discusiones. Así, la reivindicación de que las decisiones tecnológicas sean democráticas no puede estar reñida con la aceptación de la pretensión de los ingenieros de “ensanchar” el espacio de posibilidades pragmáticas en tanto que imperativo profesional, lo mismo que no podemos devaluar en absoluto otras perspectivas, como lo es el principio de prudencia derivado del riesgo percibido por parte de otros agentes sociales.

que los fines o valores más importantes, al menos en lo que respecta a la tecnología, no serían siquiera representables a menos que existan ya una representación de los medios para alcanzarlos. La cuestión que planteo es que no se trata de un problema de, o sólo de, racionalidad sino fundamentalmente de límites de representación. Hay un sentido profundo y no determinista en el que tiene razón Marx cuando relaciona las formas bajo las cuales las sociedades producen y reproducen su existencia y las formas en las que se representan los fines de esa existencia. Este sentido profundo está basado en una no menos profunda reflexión sobre la naturaleza humana: somos seres que vivimos en mundos posibles, de posibilidades abiertas y de posibilidades no realizadas, de capacidades y, por ello, precisamente por ello, de desigualdades en el poder¹³. Pero esta capacidad no es abstracta, se realiza en el marco de las posibilidades que configura el medio: en qué se emplea el tiempo depende del medio artificial. Los sistemas técnicos son algo así como nudos que configuran trayectorias históricas posibles.

Podría contraargumentarse que la existencia de una larga tradición de pensamiento utópico significa una refutación de esta tesis, puesto que tal pensamiento, por su propia naturaleza, trasciende los límites de la forma existente de organización social. No: no hay más que comprobar lo sospechosamente parecidos que son los contenidos positivos de las utopías con las formas de existencia y potencialidades existentes en las sociedades en que nacieron. Aún, sigue nuestro objetor, estaría la capacidad crítica y de negatividad que contienen las utopías, ajena a cualquier formulación positiva. Es cierto que las utopías son

¹³ Una definición neutra de poder es “poder hacer cosas”, capacidad para transformar. En el otro extremo está la noción metafóricamente física de Foucault, del poder como un tipo de “campo de fuerzas” que todo lo penetra. Si la primera peca de ingenua, la segunda de ininteligible. David Anisi (1991) define el poder de un modo lúcido: poder como poder usar el tiempo de otros. Mediante la autoridad (la jerarquía), comprándolo (el mercado) o convenciendo a los otros de que les conviene trabajar para nosotros (los valores). Me parece que esta idea de poder como capacidad de movilización podría completar la idea de poder como capacidad de transformación. Con la ventaja de que permite discutir las desigualdades de poder.

importantes, necesarias, especialmente por esta capacidad de crítica, pero mi argumento sigue afectando incluso al contenido negativo: más allá del sentido trivial de malestar, el contenido de negatividad implica que la crítica tiene una cierta direccionalidad hacia algo, por borroso que esto sea; pues bien, también aquí la existencia de medios en sentido amplio de capacidades técnicas, determina el contenido de nuestro malestar. Pues la fuente de la negatividad utópica es la nostalgia de las posibilidades no realizadas, la ira por lo que podría haber sido pero el poder ha impedido.

Cuando se desarrollan proyectos tecnológicos fundamentales, aquéllos que calificamos sin dudar de grandes descubrimientos, el motor de explosión, el hormigón armado, la fibra óptica, la píldora anticonceptiva, se generan nuevas posibilidades o futuros accesibles ante los que las sociedades deben responder haciendo aparecer nuevos valores regulativos. Del mismo modo, la superación de la división del tiempo productivo entre trabajo y ocio, una de las más importantes reivindicaciones de la época contemporánea, ni siquiera pudo ser pensada en sociedades anteriores a la formalización del trabajo como trabajo asalariado.

La extraña forma de racionalidad que inaugura la tecnología radica precisamente en esta capacidad para transformar nuestras percepciones y valores al tiempo que transforma la naturaleza. Por eso mismo, los sistemas de control a los que está –debe estar– sometida la tecnología no son independientes del propio desarrollo tecnológico, sin que eso nos lleve a la conclusión pesimista de Winner de que la tecnología se ha convertido ya en un proceso autónomo.

UN EXCURSUS SOBRE EL PAPEL DEL FILÓSOFO A MODO DE CONCLUSIÓN

La filosofía de la tecnología es un campo que se encuentra en sus más balbuceantes inicios. Las dificultades para pensar filosóficamente la tecnología van a la par de la dificultad de comprensión del fenómeno tecnológico por parte del público y de los más directamente interesados en la tecnología como son los poderes públicos, las empresas,

las organizaciones sociales. Quizá por esta situación de inseguridad e inestabilidad en el pensamiento los filósofos nos sintamos tentados a ocupar un papel relevante en la toma de decisiones tecnológicas. Algunas líneas de pensamiento así parecen indicarlo. Así, uno de los activistas del autodenominado movimiento CTS, Steve Fuller escribe:

“En cualquier caso, lo que propongo ahora es que pongamos a Kuhn patas arriba y demos que un paradigma no es más que un movimiento social retenido.

Esta inversión implica que consideremos el conocimiento como una forma especialmente centrada de acción política. Mientras que un enfoque del conocimiento basado en paradigmas declararía que la política es vulgar metafísica, un enfoque basado en movimientos trata la metafísica como una política rudimentaria. Así, un cuerpo de conocimiento estable es simplemente lo que llega a ser la acción política una vez que se ha limitado el espacio público para el debate. (De modo similar, un artefacto en funcionamiento, una tecnología, es simplemente lo que la acción política llega a ser una vez que los patrones de acceso y uso se han reglado)” (Fuller, 2001, pp. 83-84)

Fuller propone que los filósofos de la tecnología (de las relaciones ciencia-tecnología-sociedad) se inscriban o tomen partido en un movimiento, el movimiento CTS en este caso. Tal vez Fuller piense en una analogía con los movimientos ecologistas, feministas, de liberación nacional, los movimientos indigenistas, los movimientos étnicos, los movimientos en pro de la liberación animal, aunque también con los movimientos fundamentalistas de toda laya y condición. Esta propuesta de la metafísica como política por otros medios, curiosamente, no es una propuesta nueva en filosofía. Es, por el contrario, una de las propuestas más viejas de la metafísica, es la propuesta platónica, que subordina la metafísica a la ética y configura la sociedad de modo que el espacio político del filósofo sea predominante. La propuesta que hemos hecho aquí no impide que el filósofo o la filósofa participen en los movimientos sociales a los que les lleven sus intereses respectivos. Pero *qua* filósofos, en lo

que respecta a la tecnología, la toma de partido por un movimiento deja aún sin contestar cuáles son las condiciones de inserción de la tecnología en la esfera pública, cuáles son las condiciones de legitimación de las decisiones tecnológicas y cuáles las condiciones de racionalidad de tales decisiones. Y lo que me parece más complejo, deja sin contestar cuáles serían los hilos que unen la metafísica y la epistemología con un movimiento en particular y no, por el contrario, con alguno de los otros alternativos.

En la propuesta que hemos hecho al filósofo no le cabe ningún papel predominante, sino uno más bien modesto: recordar que somos sujetos en tanto que somos capaces de visualizar alternativas y adoptar trayectorias históricas de las que nos hacemos responsables. Recordar los lugares de la causalidad y de la racionalidad, de las capacidades y legitimidades es parte de estas obligaciones que asumimos como filósofos. Una voz entre otras, pero una voz que recuerda que los movimientos también están obligados a discutir sus intereses en la esfera pública, la única que nos hace iguales. Por eso no creo que sea mal momento para añadir una tesis XII a las tesis de Marx: hasta ahora los filósofos no han hecho sino transformar el mundo. Es hora que nos ayuden a comprenderlo.

REFERENCIAS

- Álvarez, Francisco (2001) “Capacidades potenciales y valores en la tecnología: elementos para una axiología de la tecnología” en López Cerezo, J.A., J.M. Sánchez Ron (eds) (2001). *Ciencia, tecnología, sociedad y cultura en el cambio de siglo*. Madrid: Biblioteca Nueva, OEI.
- Anisi, David, (1991) *Jerarquía, mercado, valores*, Madrid, Alianza.
- Bijker, Wiebe E. (1995) *Of Bicycles, Bakelites and Bulbs. Towards a Theory of Sociotechnical Change*, Cambridge, Mass. MIT Press.
- Broncano, Fernando (1997) “Técnica y valores. El imperativo moral del ingeniero”, *Sociedad y Utopía. Revista de Ciencias Sociales*, 9, 1997, pp. 255-75.

- Broncano, Fernando (2000) *Mundos artificiales. Filosofía del cambio técnico*, México, Paidós.
- Broncano, Fernando (2001) “Las controversias en ciencia y tecnología como problema y como solución”, en González, Marta I. , Pérez Sedeño, Eulalia (eds) *Controversias en ciencia y tecnología*, próxima publicación.
- Costa, Joan (1994) *Diseño, comunicación y cultura*, Madrid, Fundesco.
- Dorfles, Gillo, (1972) *Naturaleza y arteificio*, Barcelona, Lumen 1972.
- Echeverría, Javier (2001) “Tecnociencia y sistemas de valores”, en López Cerezo, Sánchez Ron, José M. (eds.) (2001). *Ciencia, tecnología, sociedad y cultura en el cambio de siglo*. Madrid: Biblioteca Nueva, OEI.
- Ferguson, Eugene, S. (1992) *Engineering and the Mind's Eye*, Cambridge, MA, MIT Press.
- Fuller, Steve (2001) “¿Se han extraviado los estudios de la ciencia en la trama kuhniiana?: sobre el regreso de los paradigmas a los movimientos”, en López Cerezo y Sánchez Ron (eds). *Ciencia, tecnología, sociedad y cultura en el cambio de siglo*. Madrid: Biblioteca Nueva, OEI.
- Jones, John Christopher (1984) *Diseñar el diseño*, Barcelona, Gustavo Gili.
- Latour, B.(1991) *Nunca hemos sido modernos: ensayo de antropología simétrica*. Madrid, Debate.
- Liz, Manuel (1998) “La naturaleza de lo artificial”. Ponencia presentada en el Simposio “Mundos Artificiales”, Salamanca, 18-20 febrero de 1998.
- López Cerezo, J.A., J.L. Luján, (2000) *Ciencia y política del riesgo*, Madrid, Alianza.
- López Cerezo, J.A., J.M. Sánchez Ron (eds) (2001) *Ciencia, tecnología, sociedad y cultura en el cambio de siglo*, Madrid, Biblioteca Nueva, OEI.
- López Cerezo, J.A., Luján, J. L. García Palacios E.M: (eds) (2001) *Filosofía de la tecnología*, Madrid, Organización de Estados

- Iberoamericanos, (contiene varios trabajos publicados previamente en *Teorema*, 1998).
- Mitcham, Carl (2001) “La importancia de la filosofía para la ingeniería” en López Cerezo, J.A., Luján, J. L. García Palacios E.M: (eds) (2001). *Ciencia, tecnología, sociedad y cultura en el cambio de siglo*. Madrid: Biblioteca Nueva, OEI.
- Mithen, Steven (1996) *Prehistory of Human Mind. A Search for the Origins of Art, Religion and Science*, Londres, Thames and Hudson.
- Petroski, Henry (1992) *To engineering is human. The role of failure in succesful design*. Nueva York, Vintage Books.
- Pirsig, Robert M. (1974) *Zen and the Art of Motorcycle Maintenance. An Inquiry into Values*, Nueva York, Bantam. V.esp. de Esteban Riambau, Barcelona, Mondadori, 1994.
- Quintanilla, M.A. (2001) “Técnica y cultura”, en López Cerezo, J.A., Luján, J. L. García Palacios E.M: (eds) (2001).
- Smith, Merrit Roe y Leo Marx (eds) (1996) *Historia y determinismo tecnológico*, Madrid, Alianza.
- Steadman, Philip, (1982) *Arquitectura y naturaleza. Las analogías biológicas en el diseño*, Barcelona, Blume.
- Vega, Jesús (1996) *Epistemología de las técnicas. El problema del saber y el conocimiento técnico* Salamanca. Tesis doctoral.
- Vérine, Hélène (1993) *La gloire des ingénieurs. L'intelligence technique du XVIe au XVIIIe siècle*. París, Albin Michel.
- Winner, Langdon, (2001) “Dos visiones de la civilización tecnológica”, en López Cerezo, J.A., J.M. Sánchez Ron (eds) (2001).
- Winner, Langdon. (1977) *Tecnología autónoma. La tecnología como objeto del pensamiento político*. Barcelona: Gustavo Gili.



GABRIEL ACUÑA RODRIGUEZ
Praxis descensos, de la serie "La basura de los días"
Linograbado, 50 X 35 cm (2007)