



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS**

**COLEGIO DE FILOSOFÍA**

**Determinismo y autonomía de la tecnología:  
desmontando una obsesión del pensamiento  
moderno**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
LICENCIADO EN FILOSOFÍA**

**P R E S E N T A**

**DIEGO FRANCISCO DIONISIO**

**HERNÁNDEZ**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**DR. MIGUEL ALBERTO ZAPATA CLAVERÍA**



**México, Ciudad Universitaria**

**Mayo 2018**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



## **Agradecimientos:**

A la UNAM y a la FFYL: por el lugar que me han brindado.

A Ciudad Universitaria: por sus bibliotecas y sus atardeceres.

A mi familia: por su apoyo incondicional.

A mis amigos: por el café y los grandes aprendizajes.

A los sinodales que se han tomado el tiempo de leer estas hojas:

Dr. Jorge Enrique Linares Salgado

Dra. María Antonia González Valerio

Dr. Eduardo Sebastián Lomelí Bravo

Mtro. Edgar Federico Tafoya Ledesma

A mi asesor el Dr. Miguel Alberto Zapata Clavería: por su confianza y amistad a lo largo de ya varios años.



## ÍNDICE

	Número de página
<b>Introducción</b>	6
<b>Primer capítulo</b>	
<b>Determinismo tecnológico y autonomía de la tecnología</b>	9
1.1 El fantasma del “determinismo tecnológico”	9
1.2 ¿Son las máquinas el motor de la historia?	24
1.3 Tres caras del determinismo tecnológico	29
1.4 Jacques Ellul y la autonomía de la Técnica	34
1.5 Thomas Hughes y el “impulso tecnológico”	47
1.6 Conclusión	57
<b>Segundo capítulo</b>	
<b>La dimensión social y política de la tecnología</b>	59
2.1 Los estudios sociales de la ciencia y la tecnología	60
2.2 El enfoque del constructivismo social de la tecnología	64
2.3 SCOT	66
2.3.1 La bicicleta	70
2.3.2 El celuloide y la baquelita	73
2.4 La filosofía política de la tecnología de Langdon Winner	78
2.5 De vuelta a SCOT y al ámbito político	93
2.6 Conclusión	100
<b>Tercer capítulo</b>	
<b>El control democrático de la tecnología</b>	102

3.1 ¿Controlar la tecnología?	104
3.2 Evaluación tecnocrática de tecnologías	106
3.3 Evaluación Constructiva de Tecnologías (CTA)	110
3.3.1 La construcción de un depósito de residuos en Alemania	116
3.3.2 La industria del procesamiento de pescado en Dinamarca	120
3.4 La teoría crítica de la tecnología de Andrew Feenberg	127
3.4.1 Racionalización democrática y diseño crítico	136
3.5 Conclusión	142
<b>Conclusiones</b>	144
<b>Referencias</b>	147

“La grandeza de un animal que cifra buena parte de su bienestar en la corriente eléctrica no puede ser sino la de un animal limitado; una criatura incompleta, condenada a la vida satelital, que brilla con luz prestada. No es casual que en esas horas siniestras en que se va la luz, en esos instantes de desconcierto en que uno todavía no se decide a encender las velas y vaga por la habitación a tientas, la raza de cyborgs que ya somos empiece a saber de sí misma.”

Luigi Amara, *La escuela del aburrimiento*



## Introducción

Si bien es verdad que la ciencia y la tecnología constituyen la columna vertebral del mundo moderno, también es cierto que con mucha frecuencia nuestra comprensión habitual de tales ámbitos se caracteriza por un fuerte y casi siempre inadvertido sentido de determinismo. En efecto, a lo largo de la historia de la Modernidad es posible encontrar diversas concepciones más o menos deterministas acerca del desarrollo tecnológico, así como de la relación entre el *cambio tecnológico* y el *cambio social*. Agrupadas bajo el rótulo de “determinismo tecnológico”, dichas concepciones reflejan el creciente poder de la tecnología moderna para dar lugar a importantes cambios sociales e históricos, además de cierta preocupación por un proceso de transformación del mundo que parece incontrolable e ineluctable. Así, por un lado, se atribuye cierta inexorabilidad al desarrollo tecnológico, como si su curso estuviera determinado por una suerte de lógica interna y, por otro, se asume que los cambios sociales están determinados por los cambios tecnológicos y, más aún, que a la sociedad no le queda más remedio que adaptarse a los cambios generados por la introducción de algún artefacto o sistema sociotécnico. Asimismo, se considera que la introducción *per se* de toda nueva tecnología genera impactos o efectos secundarios que son absolutamente imprevisibles o que se encuentran siempre más allá del control humano.

Estas concepciones deterministas aparecen con mayor o menor fuerza en distintos momentos o épocas históricas y constituyen un amplio espectro que va desde versiones entusiastas, optimistas e ingenuas hasta versiones recelosas, pesimistas y críticas. Consideradas en conjunto, reflejan nuestra difícil relación con la tecnología: su ambivalencia esencial. Hemos hecho de la tecnología el vehículo de nuestras mayores esperanzas y temores; el opiáceo imprescindible en nuestro largo sueño de progreso, razón y dominio. A la deriva de la existencia siempre, hemos hecho de la tecnología el salvavidas ideal de nuestra felicidad proteica y protésica; una lejana utopía cuyos contornos se difuminan hasta la distopía o el bostezo.

Así pues, el objetivo de este trabajo de tesis consiste, en primer lugar, en explorar algunas de las interpretaciones que se han dado al término “determinismo tecnológico”, así como identificar las principales problemáticas que han sido asociadas al mismo y, en

segundo lugar, averiguar si tales concepciones pueden sostenerse válidamente como una teoría del cambio tecnológico y del cambio social. Por tal motivo, en el primer capítulo examinaremos los diferentes significados que se han atribuido al “determinismo tecnológico” y señalaremos brevemente algunos momentos históricos en los cuales es posible rastrear dicha concepción. Esto requiere ocuparnos también de la cuestión de la “autonomía de la tecnología”, pues, como veremos, se trata de concepciones que coinciden en algún sentido. De igual modo, revisaremos los aportes teóricos realizados por importantes estudiosos de la cuestión, particularmente historiadores y economistas, y por último, propondremos una definición que distingue entre la tesis propiamente del Determinismo Tecnológico (DT) y la tesis de la Autonomía de la tecnología (AT).

Una vez establecida dicha definición, en el segundo capítulo emprenderemos la crítica de las distintas afirmaciones identificadas para la tesis del Determinismo Tecnológico (DT), así como la primera interpretación de la tesis de la Autonomía de la Tecnología (AT). Con tal propósito, exploraremos, por un lado, la dimensión social de la tecnología desde el enfoque del Constructivismo Social de la Tecnología (SCOT) y por otro, su dimensión política a partir de la reflexión filosófico-política de Langdon Winner. A su vez, los elementos teóricos y prácticos establecidos como resultado del análisis de dichos enfoques, nos permitirán en el último capítulo ocuparnos de las restantes interpretaciones de la tesis de la Autonomía de la Tecnología (AT), cuya crítica abordaremos desde los enfoques de la Evaluación Constructiva de Tecnologías (CTA) y la filosofía de la tecnología elaborada por Andrew Feenberg. Veremos que estos enfoques resultan complementarios, pues coinciden en la democratización del cambio tecnológico mediante la ampliación de los intereses, necesidades y valores que intervienen en su diseño.

Finalmente, es importante hacer un par de precisiones a fin de facilitar la lectura de este trabajo. Primero, por lo que respecta al significado del término “tecnología”, aquí lo entenderemos básicamente como máquinas, artefactos físicos y también como sistemas sociotécnicos, es decir, conjuntos cuyos elementos centrales son máquinas y artefactos físicos, pero también seres humanos. Segundo, cada vez que el lector tenga dificultades

para identificar qué interpretación o afirmación de las tesis propuestas —DT y AT— estamos criticando, hará bien en dirigirse a la conclusión del primer capítulo.

## **Primer capítulo**

### **Determinismo tecnológico y autonomía de la tecnología**

El objetivo de este primer capítulo consiste en establecer una definición precisa de aquellas afirmaciones comúnmente relacionadas con el “determinismo tecnológico”. En un primer momento, veremos brevemente cómo el “determinismo tecnológico” constituye en realidad una concepción central de la Modernidad. En un segundo momento, revisaremos el trabajo de algunos de los estudiosos que se han ocupado de pensar con más detenimiento acerca de esta cuestión. Particularmente, revisaremos las aportaciones de historiadores y economistas como Robert Heilbroner y Bruce Bimber. En un tercer momento, analizaremos las ideas del crítico cultural Jacques Ellul acerca de la autonomía de la Técnica, así como el concepto de “impulso tecnológico” elaborado por el historiador de la tecnología Thomas P. Hughes. Nuestro propósito no es examinar exhaustivamente todas las interpretaciones que se han dado al término “determinismo tecnológico” ni tampoco considerar en detalle cuál es la solución que cada uno de estos autores da a los distintos problemas. Queremos simplemente extraer elementos teóricos que nos permitan establecer una definición lo más clara y acotada posible que recoja las principales problemáticas asociadas a dicha noción. Tal definición constituirá el punto de partida para la crítica del “determinismo tecnológico” que emprenderemos en los capítulos posteriores.

#### **1.1 El fantasma del “determinismo tecnológico”**

Hablar de “determinismo tecnológico” puede conducirnos fácilmente a caer en un “pantano de confusión intelectual”, como lo ha descrito Langdon Winner, y es que en realidad se trata de un término que admite distintas interpretaciones, que ha sido usado de diversas maneras y atribuido a un gran número de autores. Sin embargo, debido precisamente a las distintas cuestiones que han sido asociadas al “determinismo tecnológico”, podemos afirmar que se trata de una concepción central o vertebral, si bien compleja, de la Modernidad. Se trata de un cúmulo de ideas acerca del *cambio tecnológico* y su relación con el *cambio social* que aparece con mayor o menor fuerza en distintos momentos de la historia del mundo moderno y que inunda nuestra época. Se trata, en

último término, de una comprensión que atribuye cierta inexorabilidad al desarrollo tecnológico, aunque será necesario especificar aún más en qué consiste dicha atribución. Desde luego, lo anterior no significa que dicha concepción o comprensión sea verdadera. Tampoco significa que sea imposible dilucidar las ideas rectoras comúnmente asociadas al “determinismo tecnológico”. Para fundamentar lo anterior será necesario señalar algunos momentos o épocas en que dicha concepción aparece en la historia.

En un primer momento, se habla de “determinismo tecnológico” cuando se afirma que la invención de una tecnología o artefacto en particular dio lugar, provocó, causó o determinó un cambio social e histórico de gran importancia, como si la tecnología fuera la fuerza motriz de la historia. Por ejemplo, cuando se sostiene que la brújula y otros instrumentos de navegación *provocaron* la colonización del continente americano; que la imprenta de Gutenberg fue *la causa inmediata* de la Reforma; que el automóvil *creó* los suburbios, etc. En estos relatos, el cambio tecnológico aparece como el factor determinante del cambio social, como condición necesaria y suficiente que *determina* importantes transformaciones históricas. De acuerdo con el historiador de la tecnología Merritt Roe Smith, se trata de una idea que es posible rastrear hasta las primeras etapas de la Revolución Industrial: “La idea de que la tecnología es la fuerza motriz clave de la sociedad se remonta, al menos, a las primeras etapas de la Revolución Industrial. Según esta idea, conocida por los estudiosos del siglo XX con el nombre de «determinismo tecnológico», los cambios de la tecnología influyen en las sociedades y en sus procesos más que cualquier otro factor.”<sup>1</sup>

Otra característica importante de tales relatos o explicaciones es que parece como si el desarrollo tecnológico fuera una fuerza histórica autónoma o independiente de los cambios sociales, lo que le otorgaría además cierta *necesidad* o *inevitabilidad*. Una necesidad

---

<sup>1</sup> Merritt Roe Smith, “El determinismo tecnológico en la cultura de Estados Unidos” en *Historia y determinismo tecnológico*, Madrid: Alianza Editorial, 1996, pág. 19. Esta es precisamente la idea que Francis Bacon —el filósofo de la Revolución Industrial— expresó en su célebre exaltación de la imprenta, la pólvora y la brújula: “Pues ellas tres han cambiado la faz y el estado del orbe de la Tierra: la primera en las letras, la segunda en la guerra, la tercera en la navegación; de donde se han seguido innumerables cambios; tanto que no hay, imperio, secta ni astro que parezcan haber ejercido mayor poder e influencia sobre las cosas humanas que el que han ejercido estos inventos mecánicos.” *Novum Organum* [est. prel. y notas Risieri Frondizi; tr. Clemente Fernando Almorí], Buenos Aires: Losada, 2004. (I, CXXIX, pág. 174)

relacionada, en primer término, con el curso que sigue la tecnología misma en su desenvolvimiento y, en segundo, una inevitabilidad referida a las consecuencias o impactos que produce una vez que ha sido implementada. A este respecto, escribe Merritt Roe:

La estructura de esos populares relatos transmite una vívida impresión de la eficacia de la tecnología como fuerza motriz de la historia: aparece repentinamente una innovación técnica que hace que ocurran cosas importantes. [...] Considerados en conjunto estos relatos formados por un antes y un después dan origen a la concepción de la «tecnología» como una entidad independiente, como agente de cambio casi autónomo. [...] En todos estos casos, se hace que parezca que un complejo acontecimiento fue el resultado inevitable, aunque sorprendentemente razonable, de una innovación tecnológica. Muchas de estas afirmaciones implican, además, que las consecuencias sociales de nuestro ingenio técnico son trascendentales y acumulativas, se refuerzan mutuamente y son irreversibles.<sup>2</sup>

Un segundo momento histórico especialmente notorio en que encontramos una comprensión bastante determinista, aunque predominantemente pesimista de la tecnología es durante el romanticismo. En la obra de numerosos escritores, artistas y pensadores de esta época, quienes formaron parte de los primeros individuos en experimentar el moderno proceso de industrialización y mecanización del mundo, es posible encontrar una mezcla de temor y fascinación frente a los avances tecnológicos. En efecto, los románticos fueron los primeros en manifestar inquietud y malestar por la situación del ser humano frente a las máquinas. Ellos opusieron el principio de lo espiritual y orgánico al de lo mecánico y artificial. “En nombre de lo natural, de lo orgánico, de lo viviente y lo “dinámico”, los románticos manifiestan a menudo una profunda hostilidad por todo lo que es mecánico, artificial, construido. Nostálgicos de la armonía perdida entre el hombre y la naturaleza,

---

<sup>2</sup> Merritt Roe Smith y Leo Marx, “Introducción” en *Historia y determinismo tecnológico*, Madrid: Alianza Editorial, 1996, pp. 12-13.

profesando por esta un culto místico, observan con melancolía y desolación los progresos del maquinismo, la industrialización, la conquista mecanizada del medio ambiente.”<sup>3</sup>

Particularmente en las expresiones literarias del romanticismo es posible hallar diversas manifestaciones de temor ante las consecuencias incontrolables de la tecnología: el temor a nuestra propia obsolescencia, a descubrirnos superfluos en medio del mundo de objetos sublimes que hemos creado; el temor atávico a ser reemplazados por nuestras propias criaturas; el temor a desencadenar un proceso autónomo de desarrollo tecnológico que termine por arruinarnos material y espiritualmente. Por ejemplo, en novelas como *Erewhon* de Samuel Butler o *Frankenstein* de Mary W. Shelley, o bien el relato *El hombre de arena* de E.T.A. Hoffmann, encontramos máquinas o autómatas que tras adquirir cualidades como consciencia, voluntad o autonomía, escapan al control y terminan por dominar al ser humano. En relación con esta “autonomía de la tecnología”, Langdon Winner ha señalado que se trata de un tópico recurrente y hasta obsesivo de la literatura decimonónica:

En obras como *Frankenstein*, de Mary Shelley [...], y *Erewhon*, de Samuel Butler, el mito resurgió con fuerza en el pensamiento de Occidente. Los escritores del siglo XIX estaban fascinados por la posibilidad de que científicos e inventores logran crear realmente vida artificial. Aquella perspectiva era importante por derecho propio, pero fue también simbólica del crecimiento de la sociedad industrial, así como de los dilemas básicos relacionados con cualquier acto creativo.<sup>4</sup>

---

<sup>3</sup> Michael Löwy, Robert Sayre, *Rebelión y melancolía: el romanticismo a contracorriente de la modernidad*; [tr. Graciela Montes] Buenos Aires: Nueva visión, 2008, pág. 49.

<sup>4</sup> Langdon Winner, *Tecnología autónoma: la técnica incontrolada como objeto del pensamiento político*, Barcelona; México: Gustavo Gili, 1979, pág. 40. El tópico de la “autonomía de la tecnología” es también uno de los más recurrentes en la literatura de ciencia ficción y, ciertamente, es equiparable al motivo popular del *aprendiz de hechicero*. Por otra parte, el temor ante la incontrolabilidad de la tecnología o *tecnología enajenada* ha sido denominado por Isaac Asimov “complejo de Frankenstein”, véase el ensayo “La máquina y el robot” en *Visiones de robot*, versión epub disponible en internet. Para ahondar aún más en este tema puede consultarse especialmente: Daniel Chandler (1994): “Imagining Futures, Dramatizing Fears: The Portrayal of Technology in Literature and Film” [WWW document] URL <http://visual-memory.co.uk/daniel/Documents/SF/> . [20 de julio del 2016].

Otra concepción igualmente determinista de la tecnología, si bien ahora de carácter entusiasta, la encontramos en el discurso ilustrado sobre la idea del progreso. Algunos pensadores de la Ilustración mantenían la firme creencia de que el desarrollo de las ciencias y las artes mecánicas, con sus consiguientes aplicaciones prácticas, conduciría por sí mismo al desarrollo moral del ser humano. Los ilustrados se percataron pronto del potencial transformador que entrañaba la tecnología moderna e incluso de su carácter promisorio como medio emancipador para la humanidad entera. El historiador Leo Marx ha escrito al respecto lo siguiente:

En el fondo, este optimismo histórico se basaba en una nueva confianza en la capacidad de la humanidad, ilustrada sobre todo por la física newtoniana y la nueva fuerza motriz mecanizada, para descubrir y utilizar el orden esencial —las «leyes» básicas— de la Naturaleza. El resultado esperado iba a ser una mejora ininterrumpida, continua y acumulativa de todas las condiciones de vida. Sin embargo, en lo que hay que poner énfasis aquí es en que los avances de la ciencia y las artes prácticas se escogieron como agente principal, peculiarmente eficaz, de progreso.<sup>5</sup>

Esta visión determinista y entusiasta cobró fuerza y se consolidó aún más durante la época de la industrialización norteamericana. Alimentada ahora por la publicidad, se difundió la creencia que equipara los avances científicos y tecnológicos con el progreso social y moral. Prevalece, además, la idea tecnocrática del progreso según la cual la solución a todos los problemas sociales es una solución de carácter técnico. En su ensayo *El determinismo tecnológico en la cultura de Estados Unidos*, Merritt Roe sostiene que esta versión del “determinismo tecnológico” encontró un terreno fértil en Estados Unidos porque los americanos estaban completamente cegados por la idea ilustrada del progreso. En particular, destacan Benjamin Franklin y Thomas Jefferson como los profetas del

---

<sup>5</sup> Leo Marx, “La idea de «tecnología» y el pesimismo postmoderno” en *Historia y determinismo tecnológico*, pág. 256. En ese mismo sentido, el filósofo Andrew Feenberg señala: “Esta tendencia estuvo fuertemente arraigada en la idea de progreso, la cual halló la más segura de las garantías en la promesa de la tecnología. A finales del siglo XIX, bajo la influencia de Marx y Darwin, el progresismo se había convertido en determinismo tecnológico. Siguiendo la entonces común interpretación de estos maestros del materialismo, se creía que el progreso técnico llevaría el avance de la humanidad hacia la libertad y la felicidad.” Al respecto véase *La tecnología en cuestión*, [tr. Carla Scotta, Gabriel Merlino], Buenos Aires: Prometeo Libros, pág. 20.

progreso, firmes creyentes en la mejora moral y material de la humanidad. “Como ávidos defensores de la causa de la libertad, veían en las nuevas tecnologías mecánicas de la era una manera de lograr la sociedad republicana virtuosa y próspera que asociaban a los objetivos de la Revolución Americana. Para ellos, el progreso significaba la búsqueda de la tecnología y la ciencia en aras de la mejora (intelectual, moral, espiritual) del hombre y de la prosperidad material.”<sup>6</sup>

Pero tal vez sea el siglo XX y lo que va del XXI donde asistimos al apogeo del “determinismo tecnológico” en sus distintas versiones, pesimistas y entusiastas por igual, aunque no siempre nos percatemos de ello —parafraseando a Rousseau: “¿será que la costumbre de verlo nos ha quitado la atención necesaria para examinarlo?”—. Como un fantasma inadvertido que no se ha enterado de su fallecimiento, el “determinismo tecnológico” recorre la obra de numerosos filósofos, sociólogos, científicos, economistas, historiadores, críticos culturales y futuristas que se han dedicado a analizar un aspecto u otro de la tecnología, el cambio tecnológico o el desarrollo tecnológico.

Uno de los casos más representativos entre los filósofos es Heidegger, quien dedicó algunas de sus intrincadas meditaciones a esclarecer la esencia del moderno fenómeno tecnológico. Esto es claro en su celeberrima disertación *La pregunta por la técnica* donde, siempre con su característico aire romántico y desde su perspectiva ontologizante, expresa su preocupación por la “técnica” más allá del control humano: “Lo que queremos, como se suele decir, es «tener la técnica en nuestras manos». Queremos dominarla. El querer dominarla se hace tanto más urgente cuanto mayor es la amenaza de la técnica de escapar al dominio del hombre.”<sup>7</sup> Algo similar manifiesta el filósofo y crítico cultural francés Jacques

---

<sup>6</sup> Merritt Roe, “El determinismo tecnológico en la cultura de Estados Unidos”, pág. 21.

<sup>7</sup> Véase Martin Heidegger, “La pregunta por la técnica” en *Conferencias y artículos*; [tr.de Eustaquio Barjau], Barcelona: Ediciones del Serbal, 1994, §11. Esta preocupación tal vez resulte más evidente en otro célebre discurso heideggeriano titulado *Serenidad*: “Nadie puede prever las radicales transformaciones que se avecinan. Pero el desarrollo de la técnica se efectuará cada vez con mayor velocidad y no podrá ser detenido en parte alguna. En todas las regiones de la existencia el hombre estará cada vez más estrechamente cercado por las fuerzas de los aparatos técnicos y de los autómatas. Los poderes que en todas partes y a todas horas retan, encadenan, arrastran y acosan al hombre bajo alguna forma de utillaje o instalación técnica, estos poderes hace ya tiempo que han desbordado la voluntad y capacidad de decisión humana porque no han sido

Ellul (de quien nos ocuparemos detalladamente más adelante) cuando afirma que la “Técnica” se ha vuelto autónoma y “constituye un mundo voraz que obedece a sus propias leyes y reniega de cualquier tradición. La técnica no reposa ya sobre una tradición, sino sobre la combinación de procedimientos técnicos anteriores, y su evolución es demasiado rápida, demasiado agitada, para integrar las anteriores tradiciones.”<sup>8</sup>

El teórico político estadounidense Langdon Winner, quien es tal vez el más notable estudioso del tópico de la “tecnología autónoma”, ha dedicado buena parte de su trabajo a rastrear y analizar este motivo no sólo en sus innumerables expresiones literarias, sino además en la obra de historiadores, economistas y teóricos de la modernización entre los que destacan John Kenneth Galbraith y W. W. Rostow. Estos autores suelen atribuir cierto dinamismo e ineluctabilidad al desarrollo científico y tecnológico, al que conciben además como un proceso que necesariamente ha de traer cambios benéficos. Al respecto escribe que, después de la Segunda Guerra Mundial:

Entre los científicos sociales y los historiadores existía la opinión de que el cambio tecnológico seguía un camino bastante lineal y único, que el cambio tecnológico era un tipo de fuerza determinante y unívoca, con un momento y unos resultados altamente predecibles. Entre los científicos sociales había un grupo influyente que adoptó lo que se llamó teoría de la modernización, las creencia de que todas las sociedades pasan por etapas de crecimiento, o etapas

---

hechos por el hombre.” Véase *Serenidad*; [versión de Ives Zimmermann], Barcelona: Ediciones del Serbal, 2002, pág. 25.

<sup>8</sup> Jacques Ellul, *La edad de la técnica*; [traducción del francés de Joaquim Sirera Riu y Juan León], España, Ediciones Octaedro: 2003, pp. 18-19. No queremos dejar de mencionar el caso menos conocido del filósofo mexicano Samuel Ramos, quien haciéndose eco de preocupaciones parecidas y observando que México no ha escapado a “la invasión universal de la civilización maquinista” escribe: “Por una especie de fuerza demoniaca contenida en los objetos creados por el hombre, una vez salidos de su mano se hacen independientes de su autor, y, conforme a una lógica propia, prosiguen en desarrollo incoercible, con resultados que no responden ya a la intención original. Y así lo que representaba un simple medio destinado a servir al hombre, como la técnica moderna, al proliferar en proporción exorbitante por un dinamismo autóctono [¿autónomo?], ha tomado el valor de un fin. Los objetos de la civilización se acumulan en número infinito, sin que la voluntad humana pueda impedirlo, hasta resultar de un efecto contraproducente para el hombre, el cual, no necesitando ya aquellos objetos, queda, sin embargo, sujeto a ellos, como un animal prisionero en las mallas de su propia red.” Samuel Ramos *El perfil del hombre y la cultura en México*, México: Espasa-Calpe, 1951, pág. 104.

de desarrollo, ligadas a una sofisticación tecnológica y una integración social tales que al final alcanzarían lo que se llamó «punto de despegue», y conseguirían el tipo de prosperidad material y el modo de vida descubiertos en Europa y América de finales del siglo XX —todo para bien.<sup>9</sup>

Entre los sociólogos cabe señalar al norteamericano William F. Ogburn, un pionero de la sociología de la tecnología, quien mantenía una visión determinista, según la cual las invenciones tecnológicas debían considerarse inevitables, una vez se producían ciertas condiciones previas. En relación con un artículo que Ogburn escribió en colaboración con su colega D. Thomas en el año de 1922, Eduardo Aibar afirma lo siguiente:

Estos autores defendían un modelo evolutivo del desarrollo tecnológico, por oposición a la imagen tradicional del heroico inventor aislado. Se enfatiza, por lo tanto, el proceso acumulativo de variaciones sucesivas que acaba produciendo un nuevo artefacto. Cuando los componentes necesarios están presentes —especialmente los elementos técnicos constitutivos— puede afirmarse en cierto sentido que la invención *debe* tener lugar. Como evidencia para esta tesis, Ogburn y Thomas señalaban el gran número de invenciones que han sido hechas independientemente por más de una persona.<sup>10</sup>

Por otra parte, la comprensión determinista de Ogburn también está presente en su famosa teoría del “retraso cultural”, de acuerdo con la cual las innovaciones tecnológicas generan necesariamente impactos sociales a los cuales luego la sociedad tiene que adaptarse.

---

<sup>9</sup> Langdon Winner, “Dos visiones de la civilización tecnológica” en *Ciencia, tecnología, sociedad y cultura en el cambio de siglo*, José A. López Cerezo, José M. Sánchez Ron (eds.), Madrid: Biblioteca Nueva, c2001, pág. 56. Winner también analiza las preocupaciones de físicos y matemáticos como Werner Heisenberg y Norbert Wiener cuando reflexionan acerca de la responsabilidad social del científico y describen cierto halo de necesidad e inevitabilidad en torno a los avances científicos y tecnológicos: “Las opiniones de Heisenberg y Wiener reflejan el mito de la caja de Pandora, aunque quizá sería mejor referirse a la tragedia griega. Lo que se ofrece a nuestros ojos es el apuro de quienes contemplan impotentes cómo sus acciones colaboran en lo que muy bien puede ser su propia ruina y, posiblemente, la ruina de toda la comunidad. Nos hallamos ante una Moira de la era atómico-espacial-computarizada, un destino que se sirve de la libertad humana para conseguir fines que despiden un aroma de necesidad.” *Tecnología autónoma: la técnica incontrolada como objeto del pensamiento político*, pág.78.

<sup>10</sup> Eduardo Aibar, “La vida social de las máquinas: orígenes, desarrollo y perspectivas actuales en la sociología de la tecnología”, *Reis*, no. 76 (1996): 141-170, pág. 143.

Cuando el cambio tecnológico supera la capacidad de la sociedad —valores, hábitos, creencias, estructuras sociales— para adaptarse, se produce lo que denominó un “retraso cultural”.

Por lo que respecta al ámbito de la historiografía, hemos visto que las explicaciones deterministas acerca del cambio tecnológico son frecuentes entre los historiadores. Sin embargo, hay un historiador al que se le atribuye especialmente cierto “determinismo tecnológico”, a saber, Lynn White Jr., pues en su obra *Tecnología medieval y cambio social* sostuvo que la invención y difusión del estribo fue un factor clave para el surgimiento del feudalismo. Empero, no hay que perder de vista que para este autor: “todo nuevo dispositivo se limita a abrir una puerta; no fuerza a entrar por ella.”<sup>11</sup>

En el último tercio del siglo XX, volvemos a encontrar nuevamente una ola de “determinismo tecnológico”, aunque predominantemente entusiasta, entre los denominados futuristas y demás devotos de la constante progresión tecnológica. Entre ellos podemos mencionar especialmente el caso de Alvin Toffler, quien en su famoso libro de 1970 *El shock del futuro* describe los vertiginosos cambios sociales producidos como consecuencia de las constantes innovaciones tecnológicas y a los cuales las sociedades industriales modernas deben aprender a adaptarse o, de lo contrario, serán presa de una nueva enfermedad psicológica: el shock del futuro. Desde el punto de vista de Toffler, la tecnología se presenta como una fuerza que se alimenta a sí misma, como el “motor” del acelerado ritmo de cambio social cuyo “carburante” lo constituyen los constantes descubrimientos científicos:

Detrás de estos prodigiosos hechos económicos se oculta el rugiente y poderoso motor del cambio: la tecnología. Con esto, no quiero decir que la tecnología sea la única fuente de cambio en la sociedad. Las conmociones sociales pueden ser provocadas por una transformación de la composición química de la atmósfera, por alteraciones del clima, por variaciones en la fertilidad y por otros muchos

---

<sup>11</sup> Lynn White, *Tecnología medieval y cambio social*; [tr. Ernesto Córdoba Palacios] Barcelona: Paidós Ibérica, 1990.

factores. Sin embargo, la tecnología es, indiscutiblemente, una fuerza importante entre las que promueven el impulso acelerador.<sup>12</sup>

Asimismo, inspirado parcialmente en las ideas de William Ogburn, Toffler parece creer que a la sociedad no le queda más remedio que adaptarse al ritmo acelerado del cambio tecnológico o a lo que gusta de llamar “el futuro”. De hecho, uno de los propósitos explícitos que su libro persigue es ayudar a las personas e instituciones a lograr dicha adaptación.

Casi por los mismos años en que Toffler escribía su libro y con la misma tendencia a definir el progreso tecnológico en términos de fenómenos (consumo de energía, velocidad, publicación de libros, difusión de información, etc.) cuya enorme magnitud se multiplica constantemente, Gordon E. Moore, uno de los fundadores de Intel, formuló su famosa “ley de Moore” (1965). La “ley” de Moore estima que el número de transistores en los circuitos integrados se duplica cada dos años, lo que se traduce en dispositivos electrónicos cada vez más pequeños, cada vez más potentes y con mayor eficiencia energética. Aunque durante varias décadas esta predicción ha estado en la base del desarrollo de la electrónica y la informática, en años recientes ha comenzado a ser cuestionada debido al límite físico impuesto por el silicio, un material semiconductor utilizado en la fabricación de los diminutos transistores. No obstante, es importante mencionarla debido a que refleja la creencia común, extendida entre muchos tecnólogos y apasionados de las nuevas tecnologías, de que el desarrollo tecnológico avanza por una suerte de lógica interna propia. Al respecto, Langdon Winner ha escrito lo siguiente:

La percepción de que uno está siendo arrastrado por un proceso de cambio tecnológico dirigido por una ley es una percepción muy común entre aquellos que trabajan en los campos de ordenadores y telecomunicaciones. Uno de los fundadores de Intel, Gordon Moore, formuló la ley de Moore, que afirma que el poder de computación disponible en un microchip se duplica aproximadamente cada dieciocho meses. Los que escriben sobre informática y sociedad se han aferrado a esto como base de la percepción común de que el cambio social en

---

<sup>12</sup> Alvin Toffler, *El “shock” del futuro*, México: FCE, 1973, pág. 39.

nuestra época lo dirigen las necesidades que surgen del desarrollo de la nueva tecnología electrónica, y de ningún otro sitio. Como comentó recientemente el periodista Stewart Brand «la tecnología está acelerando rápidamente y hay que seguir a su paso».<sup>13</sup>

Más recientemente, Vernor Vinge, famoso escritor norteamericano de ciencia ficción y futurista, se ha basado en la ley de Moore para predecir que el desarrollo de computadoras cada vez más potentes conducirá, durante las tres primeras décadas del siglo XXI, a la creación de una entidad superinteligente sobre la que en algún momento perderemos el control. Vinge denomina a esto la “singularidad”: “La Singularidad es el punto en el que nuestros viejos modelos quedan descartados y comienza a regir una nueva realidad.”<sup>14</sup> Así, una vez que se logre crear una entidad con inteligencia superior a la humana se producirán, como por una especie de “explosión de inteligencia”, otras entidades semejantes en un lapso de tiempo aun menor. Para Vinge, la *Singularidad* supondrá un acontecimiento comparable al surgimiento de la vida humana en este planeta: el fin de la era humana y el comienzo de la era post-humana.

Ahora bien, ¿dónde encontramos el “determinismo tecnológico” en el caso de Vinge? En primer lugar, Vinge sostiene que la creación de una superinteligencia humana mediante la tecnología es un evento *casi* inevitable, debido, entre otras cosas, a la imposibilidad de detener el actual desarrollo tecnológico impulsado a su vez por la natural competitividad entre los seres humanos y, en segundo, afirma que el advenimiento de dicha superinteligencia tendrá como consecuencia *casi* inevitable la extinción de la especie humana, a menos que nuestras propias criaturas se compadezcan de nosotros y nos traten de la misma forma en que nosotros tratamos a los animales no-humanos.

Desde la publicación de su artículo en 1993, las especulaciones de Vinge acerca de la “Singularidad tecnológica”, así como sobre el futuro de la humanidad, han encontrado

---

<sup>13</sup> “Dos visiones de la civilización tecnológica”, pp. 58-59. Respecto a la actualidad y validez de la ley de Moore puede consultarse de Jamie Condliffe: <https://www.technologyreview.es/s/6128/la-ley-de-moore-llegara-su-fin-en-2021-segun-admiten-los-fabricantes-de-chips> .

<sup>14</sup> Vernor Vinge, “La Singularidad” en Marta Peirano y Sonia Bueno Gómez-Tejedor (eds.), *El rival de prometeo: vidas de autómatas ilustres*, Madrid: Impedimenta, 2009, pág. 368.

amplia resonancia entre otros futuristas y devotos de la tecnología moderna —entre los que destaca Raymond Kurzweil—, quienes parecen haber tomado muy en serio la siguiente afirmación de Vinge: “Pero si la singularidad tecnológica puede suceder, sucederá.”<sup>15</sup> Ahora bien, ya se trate de versiones pesimistas o entusiastas, concepciones críticas o ingenuas del “determinismo tecnológico”, en ambas el acento está puesto en la tecnología moderna y, particularmente, en su capacidad para dar lugar a importantes eventos sociales e históricos, de una manera casi por completo independiente del control o intervención humanos. En un comentario que puede resumir nuestra sucinta exploración del “determinismo tecnológico” hasta este punto, Langdon Winner ha expresado lo siguiente:

Tanto en las variantes optimistas como en las pesimistas había más o menos un acuerdo en que la tecnología —sea como sea el modo en que se definiera— tenía ciertas cualidades esenciales entre las que se podrían enumerar un tipo particular de racionalidad —racionalidad instrumental, la búsqueda de la eficiencia— y un tipo de ímpetu histórico y de cualidades no negociables que hacían bastante menos potentes otros tipos de influencias sociales y culturales sobre la vida social.<sup>16</sup>

Asimismo, la recurrencia de la idea de “tecnología autónoma” en el pensamiento occidental ha llevado a Winner a concluir que se trata en realidad de “una obsesión permanente del pensamiento moderno”<sup>17</sup> y en otro lugar añade: “Porque resulta que la idea de una tecnología autónoma —la idea de que la tecnología sigue su propio curso y establece

---

<sup>15</sup> *Ibíd.*, pág. 376. Una de las excepciones que desentona con este entusiasmo es Bill Joy, un reconocido desarrollador de software en Estados Unidos, quien recientemente ha manifestado gran preocupación ante la “autonomía de la tecnología” en relación con tecnologías emergentes como la robótica, la ingeniería genética y la nanotecnología: “Atrapado en el vértice de una transformación, es sin duda difícil ver el impacto real de las cosas. Que estar en el terreno de las ciencias o de las tecnologías incapacita para evaluar las consecuencias de tus invenciones parece ser un defecto extendido entre los investigadores, en la borrachera del descubrimiento y de la innovación. Inherente a la investigación científica, el deseo natural de saber nos quema tanto después de tanto tiempo que negligimos marcar una pausa para reflexionar sobre esto: El progreso en el origen de la tecnología cada vez más innovadora y más pujante, puede escapársenos y desencadenar un proceso autónomo.”, Bill Joy, “Por qué el futuro no nos necesita”, traducción disponible en internet: [http://www.oocities.org/es/loitaluddita/mencer/bill\\_joy.htm](http://www.oocities.org/es/loitaluddita/mencer/bill_joy.htm) .

<sup>16</sup> Langdon Winner, “Dos visiones de la civilización tecnológica”, pág. 57.

<sup>17</sup> *Tecnología autónoma*, pág. 301.

condiciones esenciales para la vida humana— es quizá más fuerte ahora de lo que ha sido nunca.”<sup>18</sup> Si bien reconoce que, lejos de tratarse de una concepción genuinamente moderna, esta idea es tan antigua como el mito de Prometeo moldeando a la especie humana del barro, o bien el Génesis bíblico donde el ser humano aparece descrito por primera vez como un “artefacto autónomo de los dioses.”<sup>19</sup>

Aunque muchas de las ideas o concepciones que acabamos de repasar podrían ser descartadas sin más como improbables explicaciones reduccionistas, o bien como especulaciones sin fundamento o meras fantasías de ciencia ficción, lo cierto es que permean la conciencia cultural de las sociedades tecnológicas modernas, de tal manera que ejercen cierta influencia en la dirección misma del desarrollo tecnológico. El “determinismo tecnológico” se constituye así como una *creencia popular* que los medios de comunicación actuales transmiten como el pan de cada día; una creencia que gobierna, si bien a veces de modo inconsciente, la imaginación de los ciudadanos y espectadores del mundo moderno e, incluso, de quienes gobiernan y definen las políticas públicas relacionadas con la investigación científica y tecnológica. A esto se refiere Sergio Martínez cuando acertadamente afirma que si bien el “determinismo tecnológico” puede parecer en principio un tema pasado de moda y sin vigencia, su fantasma no deja de hacer aparición y guiar nuestros destinos: “El fantasma del determinismo tecnológico se manifiesta en la forma en que muchos críticos y analistas, así como agencias de desarrollo nacionales e internacionales, entienden el impacto de la tecnología en la vida social.”<sup>20</sup>

---

<sup>18</sup> “Dos visiones de la civilización tecnológica”, pág. 58. Por otra parte, en un sentido muy parecido, que pone de manifiesto la centralidad del “determinismo tecnológico” para la modernidad, Andrew Feenberg ha señalado que: “Después de la Segunda Guerra Mundial, una ola de determinismo tecnológico arrasó con las humanidades y las ciencias sociales. Si la tecnología no era enaltecida por modernizarnos, se la culpaba por la crisis de nuestra cultura. El determinismo proporcionó tanto a optimistas como a pesimistas una explicación fundamental de la modernidad como un fenómeno unificado.” Véase *La tecnología en cuestión*, antes citado, pág. 211.

<sup>19</sup> *Tecnología autónoma*, pág. 40.

<sup>20</sup> Sergio F. Martínez y Edna Suárez, *Ciencia y tecnología en sociedad: el cambio tecnológico con miras a una sociedad democrática*, México: UNAM: Limusa, 2008, pág. 91.

En los medios de comunicación la creencia en el “determinismo tecnológico” se expresa a menudo en artículos o reportajes con títulos como “Así será el futuro según Microsoft”, “Las diez tecnologías que cambiarán el mundo según el MIT”, “La robotización sustituirá a millones de trabajadores, pero no será rápido”, “Tesla prepara sus vehículos para un futuro completamente autónomo”, en los cuales se asume que la tecnología es el agente principal de cambio que de manera casi inevitable y automática provocará importantes transformaciones sociales, casi siempre de carácter benéfico. De igual modo, este discurso aparece constantemente en la retórica política y en los planes de desarrollo gubernamentales, en los cuales se presupone que la introducción *per se* de nuevas tecnologías, por ejemplo las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), se traducirá automáticamente en una mejora social. Al respecto Jesús Romero Moñivas afirma: “la retórica política se construye sobre una hipótesis hermenéutica del fenómeno tecnológico, con alto grado de determinismo, considerando que la tecnología es un agente que resuelve, moviliza y crea cambios, soluciones y posibilidades no-tecnológicas.”<sup>21</sup>

Partiendo de las distintas problemáticas asociadas al “determinismo tecnológico”, varios historiadores y economistas estudiosos del cambio tecnológico se han dedicado a tratar de averiguar y esclarecer si semejante concepción puede ser articulada de manera lógica y cuenta con algún respaldo empírico. En las siguientes secciones nos ocuparemos detalladamente de algunos de dichos enfoques, sin embargo, antes de continuar, es preciso comentar algo en relación con Karl Marx y el “determinismo tecnológico”, pues este filósofo ha sido quizá uno de los primeros en poner de manifiesto la importancia de las condiciones económicas y materiales para la configuración de la vida de los individuos y

---

<sup>21</sup> Jesús Romero Moñivas, “Tecnología y discurso político: estudio empírico del determinismo tecnológico en la retórica política.”, *RIPS: Revista de investigaciones políticas y sociológicas*, ISSN 1577-239X, Vol. 10, Nº. 3, 2011, págs. 27-56, pág. 51. Este autor ha dedicado importantes y significativos estudios al tema en distintos ámbitos de la sociedad española. Para un análisis de este mismo discurso en México puede leerse Gabriel Pérez Salazar, “El determinismo tecnológico: una política de Estado”. *Revista Digital Universitaria* [en línea], ISSN: 1607-6079, 10 de octubre 2006, Vol. 7, No. 10. Disponible en: <http://www.revista.unam.mx/vol.7/num10/art87/int87.htm>. Allí se examina la aparición de este discurso en relación con las TIC y la “brecha digital” en la iniciativa federal e-México del sexenio 2000-2006.

las sociedades. Por esta razón, y tal como señala Rosalind Williams, el espíritu de Marx no deja de cernirse sobre cualquier análisis del determinismo tecnológico.<sup>22</sup>

En efecto, en el prólogo de su obra *Contribución a la crítica de la economía política* escrito en 1859, Marx expresó sumariamente sus conclusiones acerca de la manera en que la base material de una sociedad —infraestructura— determina otros ámbitos de la misma tales como la política, la religión, el arte, la filosofía, etc. —superestructura—; una primera expresión de lo que posteriormente sería denominado “materialismo histórico”. Cito en extenso a Marx:

En la producción social de su existencia, los hombres establecen determinadas relaciones, necesarias e independientes de su voluntad, relaciones de producción que corresponden a un determinado estadio evolutivo de sus fuerzas productivas materiales. La totalidad de esas relaciones de producción constituye la estructura económica de la sociedad, la base real sobre la cual se alza un edificio [*Überbau*] jurídico y político, y a la cual corresponden determinadas formas de conciencia social. El modo de producción de la vida material determina [*bedingen*] el proceso social, político e intelectual de la vida en general. No es la conciencia de los hombres lo que determina su ser, sino, por el contrario, es su existencia social lo que determina su conciencia.<sup>23</sup>

Afirmaciones como ésta, además de otras que citaremos más adelante, han suscitado un largo debate sobre si Marx sostuvo o no un “determinismo tecnológico”. Aunque no es nuestra intención ahondar en esta discusión, sí es importante mencionar que el meollo de la cuestión se encuentra en la manera en que Marx define las *fuerzas de producción* y las *relaciones de producción*, pero especialmente en el lugar que la *tecnología* ocupa entre las primeras. “La conexión entre la tecnología y las fuerzas productivas constituye el factor

---

<sup>22</sup> Rosalind Williams, “Las dimensiones políticas y feministas del determinismo tecnológico” en *Historia y determinismo tecnológico*, pág. 238.

<sup>23</sup> Karl Marx, *Contribución a la crítica de la economía política*, [ed. tr. Jorge Tula et al], España: Siglo XXI, 2008, pp. 4-5.

principal del problema, y es en este punto en el que la unanimidad sobre Marx y el determinismo tecnológico ha comenzado tradicionalmente a desvanecerse.”<sup>24</sup>

## 1.2 ¿Son las máquinas el motor de la historia?

Entre los estudiosos que han centrado su atención en el “determinismo tecnológico” destaca el historiador de la economía Robert Heilbroner, quien en su clásico ensayo de 1967 *¿Son las máquinas el motor de la historia?* afirma que dicha noción se sostiene lógicamente y cuenta con algún contenido empírico, pero sin perder de vista la complejidad del asunto, matiza su postura y habla de un “determinismo blando”. Siguiendo la desvaída estela de Marx, este autor distingue dos afirmaciones en la tesis del determinismo tecnológico:

- a) el desarrollo tecnológico obedece a una secuencia fija o predeterminada de etapas sucesivas;
- b) a un determinado nivel de desarrollo tecnológico corresponde o, mejor dicho impone, un determinado orden social; la sociedad se limita adaptarse a los cambios impuestos por el cambio tecnológico.<sup>25</sup>

Para comprender mejor el análisis de Heilbroner no hay que perder de vista que, en primer lugar, con *tecnología* se está refiriendo específicamente a *máquinas*, y, en segundo, que delimita su análisis al orden socioeconómico, esto es, a la relación entre la tecnología y

---

<sup>24</sup> Bruce Bimber, “Tres caras del determinismo tecnológico” en *Historia y determinismo tecnológico*, pág. 107. Este ensayo, del que nos ocuparemos más adelante, constituye una buena introducción al debate sobre Marx y el “determinismo tecnológico”. Bimber, tras analizar la cuestión y valiéndose de la distinción entre *fuerzas productivas* y *relaciones de trabajo* establecida por G. A. Cohen, sostiene que el materialismo histórico no equivale a un “determinismo tecnológico”. Concluye: “Para Marx, la tecnología no era más que uno de los tipos de combustible importante y eficiente para el motor humano de la historia.”, pág. 112.

<sup>25</sup> Robert Heilbroner, “¿Son las máquinas el motor de la historia?” en *Historia y determinismo tecnológico*. Su análisis parte de dos afirmaciones de Marx, la primera extraída de *La miseria de la filosofía*: “al adquirir nuevas fuerzas productivas, los hombres cambian su modo de producción, y al cambiar su modo de producción, cambian su forma de vivir, cambian todas sus relaciones sociales. **El molino manual trae la sociedad feudal; el molino de vapor, la sociedad capitalista industrial.**”, y la segunda tomada de *La ideología alemana*: “un determinado modo de producción o escenario industrial siempre va unido a un determinado modo de cooperación o escenario social.” Ambas citadas por Heilbroner.

el sistema socioeconómico, o en palabras del autor: “La cuestión que nos interesa aquí se refiere, pues, a la influencia de la tecnología en la determinación de la naturaleza del *orden socioeconómico*. [...] ¿Provocó la tecnología medieval el feudalismo? ¿Es la tecnología industrial una condición necesaria y suficiente para que surja el capitalismo?”<sup>26</sup>

Respecto a la afirmación a), Heilbroner observa que tiene sentido hablar de una secuencia fija o predeterminada de etapas, como en el caso las fuentes de energía: Molino manual... Molino de vapor... Central hidroeléctrica... Central nuclear... Si bien enfatiza que esta secuencia necesaria no se cumple para cualquier sociedad, sino exclusivamente para aquellas que están interesadas en desarrollarse desde el punto de vista tecnológico. Según él, existen al menos cinco pruebas empíricas que sugieren que el desarrollo tecnológico evoluciona de manera más o menos ordenada y no de manera casual: la *simultaneidad de invención*: se refiere al descubrimiento simultáneo de teorías o a la invención simultánea de tecnologías; la *ausencia de saltos tecnológicos*: vistos en retrospectiva los avances tecnológicos parecen acumulativos; “no encontramos experimentos de electricidad en el año 1500 o intentos de extraer energía del átomo en el año 1700.”; el *carácter predecible de la tecnología*: se refiere a las predicciones de carácter general que suelen hacer los científicos o tecnólogos acerca de la capacidad tecnológica dentro de algunos años; la *expansión gradual del saber*: si el acervo de conocimientos científicos es progresivo y acumulativo, y la tecnología es ciencia aplicada, entonces el desarrollo tecnológico también sigue una secuencia ordenada y acumulativa; el *nivel de pericia técnica*: la capacidad de distintas industrias para coordinarse y dar lugar a una nueva tecnología.

Estas cinco razones, afirma Heilbroner, imponen cierto orden al desarrollo de la tecnología, especialmente las últimas dos, sin embargo, no prueban que la hipótesis sea verdadera, tan sólo justifican ulteriores estudios empíricos. “Permítaseme, pues, dejar esta fase de mi investigación sugiriendo nada más que la idea de que la tecnología productiva

---

<sup>26</sup> *Ibíd.* pág. 70.

sigue una progresión más o menos ordenada parece suficientemente lógica para justificar una mayor investigación empírica.”<sup>27</sup>

Respecto a la afirmación b), que apunta específicamente a unas determinadas características sociales impuestas por una determinada tecnología, Heilbroner afirma que tiene sentido sólo si se limita a las relaciones funcionales conectadas directamente con el proceso de producción, por ejemplo, al tipo de mano de obra o a la organización jerárquica del trabajo. Para que una determinada tecnología funcione requiere ser atendida por una mano de obra determinada. El molino manual, nos dice Heilbroner, necesitaba de operarios cualificados o semicualificados que podían trabajar en casa o en el taller, mientras que el molino de vapor necesitaba operarios semicualificados o no cualificados que podían trabajar solamente en la fábrica y ateniéndose a un estricto horario laboral. Por otra parte, los distintos aparatos tecnológicos exigen también un orden de supervisión y coordinación distinto. Por ejemplo, la organización interna del taller artesanal del siglo XVIII con su característica relación hombre-maestro, es muy diferente a la configuración social de la fábrica del siglo XIX con su relación hombre-supervisor. Así, Heilbroner concluye que si “Marx hubiera escrito que el molino de vapor trae una sociedad del *supervisor* industrial, se habría aproximado más a la verdad.”<sup>28</sup>

Como hemos mencionado ya, Heilbroner sostiene un “determinismo blando”, pues considera que la relación entre los elementos de la infraestructura y las características sociales y políticas de la sociedad es mucho más compleja. Este “determinismo blando” significa que no se atribuye a la maquinaria una eficacia causal *exclusiva*, sino que al mismo tiempo que ella condiciona ciertos aspectos de la producción, a su vez las relaciones sociales también configuran la maquinaria. Al respecto afirma: “Por otra parte, incluso en los casos en que parece que la tecnología desempeña indudablemente un papel fundamental, un elemento «social» independiente aparece inevitablemente en el diseño de la tecnología, que debe tener en cuenta hechos como el nivel de estudios de la mano de obra

---

<sup>27</sup> *Ibíd.* pág. 75.

<sup>28</sup> *Ibíd.* pág. 76.

o su precio relativo. De esta forma, la máquina refleja, y moldea al mismo tiempo, las relaciones sociales existentes.”<sup>29</sup>

En los apartados III y IV de su artículo Heilbroner continúa desarrollando su “determinismo blando”. Entre otras cosas afirma que el desarrollo tecnológico es en sí mismo una actividad social y sensible al rumbo social, e incluso que cada nuevo desarrollo tecnológico debe ser compatible con las condiciones sociales existentes. Menciona también la importancia que el capitalismo y la emergencia de un sistema de mercado han tenido para el desarrollo tecnológico, sin perder de vista el papel desempeñado por la ciencia. Aunque en este trabajo no nos ocuparemos de estas sin duda importantes afirmaciones, no está de más destacar una conclusión fundamental de su ensayo: “*El determinismo tecnológico es, pues, especialmente un problema de una determinada época histórica — concretamente la del alto capitalismo y bajo socialismo— en la que se han desatado las fuerzas del cambio técnico, pero en la que aún son rudimentarias las agencias para controlar u orientar la tecnología.*”<sup>30</sup>

En 1994 Heilbroner dedicó al tema otro artículo titulado *Reconsideración del determinismo tecnológico*, del cual sólo nos interesa destacar algunas consideraciones que nos parecen relevantes y que nos permitirán pasar al análisis del ensayo antes referido de Bruce Bimber. En dicho artículo Heilbroner continúa sosteniendo un “determinismo blando”, pero introduce ahora un importante requisito que le conducirá a considerar al “determinismo tecnológico” como un *recurso heurístico* útil sólo para abordar inicialmente los fenómenos socioeconómicos, en vez de una tesis capaz de proporcionar leyes inapelables.

La cuestión que interesa ahora a Heilbroner no es “¿son las máquinas el motor de la historia?”, sino “¿de qué manera son las máquinas el motor de la historia?”. No se trata sólo de afirmar que las máquinas son el motor (en cierto modo) de la historia, sino que es necesario indicar el modo en que lo son. El reconocimiento de la importancia que tiene la

---

<sup>29</sup> *Ibíd.* pág. 77.

<sup>30</sup> *Ibíd.* pág. 81.

tecnología en la configuración de los procesos productivos, así como de la influencia más amplia que pueda tener sobre las características sociales, no es suficiente para la comprensión del “determinismo tecnológico” como una teoría del cambio social. “El reconocimiento de que la estructura tecnológica está inextricablemente entrelazada en las actividades de cualquier sociedad no aporta luz sobre la relación entre los cambios de esa estructura y los cambios del orden socioeconómico.”<sup>31</sup>

Una teoría del “determinismo tecnológico”, aunque sea una versión blanda, debe ser capaz de explicar *analíticamente* la manera en que los cambios en el trasfondo tecnológico se traducen en cambios sociales o, dicho de otro modo, explicar la relación entre la maquinaria y los cambios sociales apelando a un campo de fuerza que tenga propiedades propias de leyes. En palabras de Heilbroner:

Para que el determinismo tecnológico se convierta en un útil manto para el palimpsesto de la historia, debe revelar la existencia de una relación entre la «maquinaria» y la «historia» que tenga las propiedades de leyes: un campo de fuerzas, si se quiere, que emane del trasfondo tecnológico que imponga orden en la conducta humana de una manera parecida a como un imán ordena la conducta de las partículas esparcidas en una hoja de papel colocada encima o que la gravitación ordena las sendas de los objetos celestiales.<sup>32</sup>

En conformidad con su análisis de 1967, Heilbroner afirma que el terreno económico puede verse como ese campo de fuerzas capaz de traducir las alteraciones en el trasfondo material en cambios sociales. No obstante, párrafos antes afirma que tal mecanismo parece imposible de imaginar e incluso constituye un desafío imaginar siquiera su existencia. Esto lo lleva a considerar el “determinismo tecnológico” más como un *recurso heurístico* que como una poderosa teoría capaz de explicar el cambio social a partir de los cambios en el trasfondo tecnológico. Así, pues, dicha noción “ofrece una heurística de investigación, no una lógica de toma de decisiones. Como tal heurística, presenta una premisa a partir de la

---

<sup>31</sup> Robert Heilbroner, “Reconsideración del determinismo tecnológico” en *Historia y determinismo tecnológico*, pág. 86.

<sup>32</sup> *Ibíd.* pp. 86-87.

cual podemos abordar inicialmente la interpretación de los acontecimientos socioeconómicos, no una infausta «última instancia» por la que nos vemos obligados a revolverla.»<sup>33</sup>

### **1.3 Tres caras del determinismo tecnológico**

Las reconsideraciones anteriores de Heilbroner están completamente de acuerdo con el análisis que emprende Bruce Bimber en su ensayo *Tres caras del determinismo tecnológico*. Tomando en cuenta el amplio e impreciso uso que se ha hecho del término “determinismo tecnológico”, este autor propone tres interpretaciones dentro de las cuales agrupar los diversos enfoques que se han propuesto dar cuenta del cambio social e histórico a partir del cambio tecnológico. Averiguar si el determinismo tecnológico es una lente útil para interpretar la historia requiere, en primer lugar, establecer una definición precisa de dicho concepto. Las tres interpretaciones que propone Bimber son las siguientes: *normativa*, *nomológica* y *de efectos imprevistos*.

La interpretación *normativa* incluye todas aquellas teorías o explicaciones en las cuales los valores éticos y políticos han sido reemplazados por las normas de eficiencia y productividad en la determinación del rumbo de la tecnología. Desde este punto de vista, se reconoce el predominio de los criterios de eficiencia y productividad, pero, en último término, se concibe al desarrollo tecnológico como una empresa guiada esencialmente por elecciones humanas. De acuerdo con esta interpretación, la humanidad sigue siendo la protagonista última del desarrollo social e histórico. Sin perder de vista los matices, Bimber atribuye esta versión a autores como Jürgen Habermas, Lewis Mumford, Jacques Ellul y Herbert Marcuse: “Habermas sugiere que la tecnología puede considerarse autónoma y determinista cuando las normas mediante las cuales progresa se eliminan del discurso político y ético y cuando los objetivos de la eficiencia o de la productividad se convierten en sustitutos de los debates sobre los métodos, las alternativas, los medios y los fines

---

<sup>33</sup> *Ibíd.* pág. 90.

basados en valores. Esta es la cara más familiar del determinismo tecnológico y la denominamos explicación normativa.”<sup>34</sup>

La interpretación *nomológica* puede entenderse como un caso particular de un determinismo más amplio como el que se sostiene en la física, de acuerdo con el cual dados todos los acontecimientos pasados y presentes, así como las leyes de la naturaleza, el curso futuro de los eventos no puede seguir más que una única dirección fija y predecible. Según esta versión, la tecnología misma funciona como agente causal exclusivo que determina el cambio social e histórico. Además, el desarrollo tecnológico se lleva cabo de acuerdo a una lógica interna, de manera completamente independiente de la cultura, los deseos y valores humanos. Por tal motivo, los sucesos históricos forman parte en realidad de la trama de la historia de la tecnología. Al igual que Heilbroner, Bimber entresaca dos afirmaciones de esta interpretación: “los avances tecnológicos se producen siguiendo una lógica que viene dada por la naturaleza y no es determinada por la cultura o la sociedad, y estos avances provocan adaptaciones y cambios sociales.”<sup>35</sup>

Por último, la interpretación de *efectos imprevistos* se basa en la incertidumbre inherente a toda acción humana, pero apunta específicamente a las acciones de carácter técnico. Se afirma que la tecnología es autónoma debido a la incapacidad de prever o controlar todos los posibles impactos secundarios o subsecuentes que desencadena una acción técnica. “El quid de esta teoría se halla en que incluso los agentes sociales éticos intencionados son incapaces de prever los efectos del desarrollo tecnológico. Por esta razón, la tecnología es autónoma, al menos en parte. Los avances tecnológicos desempeñan un papel en la determinación de los resultados sociales que está fuera del control del hombre.”<sup>36</sup>

Ahora bien, Bimber establece que una teoría digna del título “determinismo tecnológico” debe cumplir con dos importantes criterios: primero, debe sostener que el desarrollo histórico viene determinado en exclusiva por leyes o por condiciones físicas y

---

<sup>34</sup> Bruce Bimber, op. cit. pág. 96.

<sup>35</sup> *Ibíd.* pág. 100.

<sup>36</sup> *Ibíd.* pág. 101.

biológicas, y no por la agencia humana. Esto implica que dichas leyes se aplican en todo momento y lugar de la historia, y no sólo en un periodo o etapa particular. El segundo criterio establece que la tecnología debe ser efectivamente la que ejerce un papel causal decisivo en los cambios sociales e históricos. De este modo, la tecnología no sería más que el vehículo a través del cual se expresan las leyes de la naturaleza.<sup>37</sup> Bimber expone ambos criterios de la siguiente manera:

1. que el cambio social sea determinado causalmente por fenómenos o leyes anteriores, y
2. que la lógica de estas leyes dependa necesariamente de características de la tecnología o que éstas sean su vehículo.

De acuerdo con estos criterios, las explicaciones *normativas* quedarían descartadas porque se basan en explicaciones que conceden algún grado, aunque sea mínimo, de agencia humana en la determinación de los acontecimientos. Además, son específicas de la cultura y sus afirmaciones tienen un carácter cultural más que ontológico. En todo caso, su componente “determinista” sería parcial o contingente, lo que permitiría hablar de grados de determinismo. A su vez, las explicaciones basadas en las *consecuencias imprevistas* serían más bien indeterministas, pues sus explicaciones no invocan ninguna ley. Así, no cumplen con el primer requisito, pero tampoco tienen nada de específicamente tecnológico, pues la imprevisibilidad no es un rasgo exclusivo de las acciones técnicas, sino de toda acción humana en el mundo.

La única versión que satisface ambos criterios es la interpretación *nomológica*, pues apela a un determinismo específicamente tecnológico. Sus explicaciones invocan leyes de la naturaleza cuyo vehículo es la tecnología, son independientes de una época o un espacio en particular y tienen un carácter ontológico antes que cultural. En palabras de Bimber:

---

<sup>37</sup> Aquí es importante notar que por “tecnología” Bimber se está refiriendo exclusivamente a máquinas o artefactos y no a procesos de producción de artefactos, conocimientos sobre artefactos o sistemas de organización y control. Bimber señala que hacer más inclusivo el término “tecnología” puede ser muy problemático para abordar la cuestión: “para que el determinismo tecnológico tenga sentido debe definir la tecnología como un artefacto físico o una máquina y los correspondientes elementos materiales por medio de los cuales se producen.” *Ibíd.* pág. 104.

Éstas son las que plantean las afirmaciones más radicales en lo que se refiere al cambio social, relacionadas directamente con la tecnología. De hecho, satisfacen los criterios sosteniendo que la sociedad evoluciona siguiendo una senda fija y predeterminada, independiente de la intervención humana. La propia senda viene dada por la lógica acumulativa de la tecnología y de su padre, la ciencia. He aquí una afirmación que establece la determinación tecnológica de la historia.<sup>38</sup>

Una vez que Bimber reserva el título “determinismo tecnológico” para las explicaciones nomológicas, propone buscar otra denominación para el tipo de explicaciones que quedaban comprendidas bajo la interpretación *normativa* y la basada en *consecuencias imprevistas*. En su opinión, aplicar el término “determinismo tecnológico” para referirse a tales teorías es hacerles un flaco favor, pues no son rigurosamente ni deterministas ni tecnológicas. Asimismo, Bimber es consciente de que una definición tan rigurosa como la interpretación *nomológica* es sumamente improbable y resulta difícil que una teoría de la historia la satisfaga, no obstante, puede reportar un enorme beneficio a los historiadores: por un lado, dejarían de emplear un lenguaje confuso que invoca la determinación y las leyes de la tecnología y, por otro lado, se vería obligados a buscar conceptos interpretativos más ricos y útiles. De este modo, el “determinismo tecnológico” dejaría de ser un “intruso” en las explicaciones del cambio social e histórico.

A partir de los análisis precedentes y a modo de recapitulación, podemos hacer las siguientes afirmaciones. En tanto teoría del cambio tecnológico y del cambio social, el “determinismo tecnológico” comprende básicamente las siguientes dos afirmaciones:

- a) el desarrollo tecnológico obedece a una secuencia fija o predeterminada de etapas sucesivas;
- b) a un determinado nivel de desarrollo tecnológico corresponde un determinado orden social; la sociedad se limita adaptarse a los cambios impuestos por el cambio tecnológico.

---

<sup>38</sup> *Ibíd.* pág. 105.

Respecto a la afirmación a), Heilbroner afirma que se sostiene lógicamente, pero hacen falta mayores estudios empíricos que puedan confirmarla. Respecto a la afirmación b) asevera que tiene sentido si queda limitada a las relaciones funcionales conectadas directamente con el proceso de producción. Averiguar el grado en que la infraestructura tecnológica de una sociedad es responsable de sus características culturales y políticas, constituye una empresa de enorme complejidad. Esto lo lleva a hablar de un “determinismo blando”, el cual reconoce el importante papel desempeñado por la tecnología, pero no le atribuye una eficacia causal exclusiva y necesaria. Más adelante, Heilbroner introduce un requisito que el “determinismo tecnológico”, por mínimo que sea, debe cumplir, a saber, ser capaz de especificar *analíticamente* el modo en que los cambios en el trasfondo tecnológico se traducen en cambios sociales e históricos. Es decir, debe ser capaz de señalar uno o más mecanismos que efectúen dicha traducción, un campo de fuerzas que apele a leyes inapelables. Aunque Heilbroner explora la posibilidad de que la economía desempeñe dicho papel como campo de fuerzas ordenador regido por leyes, pasa a considerar al determinismo tecnológico como un *recurso heurístico* capaz de orientar inicialmente las investigaciones históricas, económicas y sociales.

Por su parte, Bruce Bimber coincide en que el “determinismo tecnológico” está compuesto por las afirmaciones a) y b), pero establece que una genuina teoría del “determinismo tecnológico” debe hacer referencia a un determinismo como el que se sostiene en la física, un determinismo necesario y que apele a leyes físicas o biológicas, y que haga de la tecnología el vehículo exclusivo de los cambios sociales e históricos. Estos son propiamente hablando los componentes “deterministas” y “tecnológicos” que deben integrar el “determinismo tecnológico”. De las tres interpretaciones que Bimber presenta, sólo la versión *nomológica* es la que satisface estos dos componentes. Además, afirma que la versión *nomológica* tiene un carácter *ontológico* más que *cultural*, es decir, hace una fuerte afirmación acerca de cómo se desarrolla el curso natural de los acontecimientos, en vez de aserciones relacionadas con la cultura y los valores que una determinada sociedad imprime al mundo. Finalmente, Bimber es consciente de la rigurosidad e improbabilidad de una teoría tan clara y semánticamente coherente, sin embargo, defiende que ello puede ser

de enorme utilidad para la labor de los historiadores, particularmente para aquellos que se dedican al estudio del cambio tecnológico.

En la siguiente sección revisaremos el enfoque de uno de los pensadores y críticos culturales al que con mucha frecuencia se asocia al “determinismo tecnológico” y especialmente con la “autonomía de la tecnología”: Jacques Ellul.

#### **1.4 Jacques Ellul y la autonomía de la Técnica**

Jacques Ellul (1912-1994) es uno de los pensadores más polifacéticos y originales del siglo XX. Crítico cultural, filósofo, sociólogo, teólogo, pionero de la ecología profunda... agudo observador de las modernas sociedades tecnológicas. Durante su vida fue testigo de los turbulentos acontecimientos que durante el siglo XX marcaron al mundo occidental. Aunque su perspectiva sobre el moderno fenómeno tecnológico ha sido considerada como una de las más lúcidas y pesimistas, sus obras han contribuido al surgimiento de los actuales estudios sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), así como a la consolidación de una filosofía de la tecnología dentro de las humanidades.<sup>39</sup> Sus diversos análisis sobre las modernas sociedades tecnológicas se encuentran principalmente en tres de sus libros: *La Technique ou l'Enjeu du siècle* [La Edad de la Técnica] (1954), *Le Système technicien* (1977), *Le bluff technologique* (1988). Si bien inicialmente sus ideas tuvieron un impacto mayor en Estados Unidos, en la actualidad constituyen un referente imprescindible en los debates sobre el cambio tecnológico y su relación con el cambio social.

Debido a la naturaleza de sus planteamientos, Carl Mitcham ubica a Ellul —junto a Heidegger, Ortega y Gasset, y Lewis Mumford— dentro de la vertiente humanista de la filosofía de la tecnología y lo considera heredero de la tradición romántica de crítica a la tecnología.<sup>40</sup> En efecto, si pensamos que el Romanticismo, antes que un movimiento artístico o un fenómeno cultural circunscrito a un tiempo y un lugar determinados,

---

<sup>39</sup> Para un panorama general acerca de su vida y pensamiento puede consultarse Jorge Linares, *Ética y mundo tecnológico*, México: FCE, UNAM, FFYL, 2008. En especial el capítulo “Jacques Ellul: la transmutación de la técnica”.

<sup>40</sup> Carl Mitcham, *¿Que es la filosofía de la tecnología?*, Barcelona: Anthropos, 1989, pp. 76-81.

constituye una visión del mundo (*Weltanschauung*) en constante oposición a la modernidad capitalista, entonces no podremos dejar de ver en Ellul a uno de sus más preclaros representantes.<sup>41</sup> Particularmente, en los escritos de Ellul resuenan inquietudes e interrogantes similares a los que ya en el siglo XIX Thomas Carlyle expresó en su célebre ensayo *Signos de los tiempos* (1829). Allí Carlyle definió a su época no como una época “heroica, devocional, filosófica o moral, sino, por encima de todas ellas, la Edad mecánica.”, y expresó una gran preocupación por la constante mecanización no sólo de las actividades en general, sino también del ser humano mismo.<sup>42</sup>

Es importante destacar también la influencia que el pensamiento de Marx ejerció sobre Ellul. Éste afirmó alguna vez que si Marx hubiera escrito en el siglo XX, no habría titulado a su obra principal *El capital*, sino *La técnica*. Concretamente, hay al menos dos aspectos en que es evidente dicha influencia. El primero se refiere al carácter estructural del análisis sobre la Técnica, que en Marx corresponde al capitalismo como sistema económico, y el segundo se refiere a la cuestión de la enajenación, pues, como veremos más adelante, Ellul hace referencia a la Técnica como un “proceso autonomizado, enajenado y cosificado”. Al respecto escribe Jorge Linares:

De hecho, Ellul se propone emular el método de Marx para exponer cuál es el factor determinante que, en su opinión, aliena y oprime hoy en día a los seres humanos. Según Ellul no es el sistema económico por sí mismo, sino el sistema técnico que se ha convertido en una mediación universal entre el ser humano y el mundo. La concepción de la técnica que desarrolla Ellul intenta asemejarse a la concepción marxista del capital, en tanto una realidad sistemática con su

---

<sup>41</sup> Para una defensa del romanticismo como *visión del mundo* véase Michel Löwy y Robert Sayre, *Rebelión y melancolía. El romanticismo como contracorriente de la modernidad*, Buenos Aires: Nueva visión, 2008.

<sup>42</sup> Carlyle, uno de los más tempranos críticos de la sociedad industrial y conocido como el profeta de la era victoriana, escribe en el mismo ensayo: “No sólo la maquinaria manipula ahora lo externo y lo físico, sino también lo interno y lo espiritual. Aquí también nada sucede según su curso espontáneo, y no hay lugar para que los antiguos métodos naturales puedan realizarlo. Todo posee sus herramientas hábilmente ingenizadas, sus aparatos preestablecidos, y no se hace a mano, sino mediante máquinas.” Thomas Carlyle, “Signos de los tiempos (1829).” The Victorian Web. Ed. George P. Landow: <http://www.victorianweb.org/espanol/autores/carlyle/signos/signos1.html> , consultado el 24 de septiembre de 2017.

propia estructura y lógica de desarrollo, que aunque es producto de la objetivación de la actividad humana, domina y determina a la sociedad entera.<sup>43</sup>

Lo apuntado hasta aquí nos permite ya entrever quién fue Jacques Ellul, así como la dirección de sus preocupaciones, mismas que encontraron una primera formulación sistemática en su obra *La edad de la técnica* publicada en 1954. En esta obra Ellul describe el proceso de transformación del mundo que, tras cobrar auge en el siglo XVII, ha dado lugar a las modernas sociedades tecnológicas, las cuales se encuentran dominadas por lo que denomina “la Técnica”. Asimismo, enumera una serie características que hacen de este fenómeno algo radicalmente distinto a todo el desarrollo técnico de siglos anteriores y que, en conjunto, confirman su “autonomía” e independencia respecto al control humano. Más aún, Ellul afirma que frente a la “autonomía de la Técnica”, la autonomía humana resulta ya imposible.

Antes de continuar con la exposición, resulta importante hacer algunas distinciones a fin de entender mejor los planteamientos ellulianos. La primera precisión se refiere al concepto de Técnica [*La Technique*]. Al igual que otros pensadores en el siglo XX, Ellul describe a la sociedad moderna dominada por la *racionalidad instrumental*<sup>44</sup> o lo que él denomina la Técnica, que no es más que el afán humano por racionalizar y clarificar el mayor número de aspectos y ámbitos de la realidad: “la técnica es la traducción del afán humano por dominar las cosas a través de la razón. Hacer contable lo que es subconsciente, cuantitativo lo que es cualitativo, subrayar con un grueso trazo negro los contornos de la luz proyectada

---

<sup>43</sup> Jorge Linares, op. cit. pág. 114.

<sup>44</sup> El concepto de Técnica elaborado por Ellul guarda una gran similitud con el proceso de creciente racionalización que, de acuerdo a Max Weber, caracteriza a las sociedades modernas y cuya máxima expresión es la burocracia. Sin embargo, Weber no vinculó dicho proceso específicamente con la tecnología. Al respecto escribe Andrew Feenberg: “Algo parecido a esta versión es lo que involucra la concepción pesimista de Max Weber sobre la “jaula de hierro” de la racionalización, a pesar de que él no ligó específicamente esta proyección con la tecnología ni sugirió una solución. Igualmente pesimista, Ellul sí lleva a cabo explícitamente tal relación, argumentando que el “fenómeno técnico” se ha convertido en la característica distintiva de todas las sociedades modernas, independientemente de la ideología política.” Andrew Feenberg, *Transformar la tecnología: una nueva visita a la teoría crítica*, [tr. Claudio Daniel Alfaraz et al.] Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes, 2012, pp. 26-27.

en el tumulto de la naturaleza, intervenir en el caos y ponerle orden.”<sup>45</sup> La Técnica también puede definirse como la constante búsqueda del método racional más eficiente en cualquier actividad.<sup>46</sup>

Ellul escribe “Técnica” con mayúscula para diferenciarla de las técnicas particulares — intelectual, financiera, militar, mecánica, jurídica, organizativa, psicológica, genética, etc.—, en cada una de las cuales se expresa una continua búsqueda de la eficiencia. A su vez, esto conduce a otra distinción importante entre la *Técnica* y la *máquina*. De acuerdo con Ellul, es un error identificar simplemente la Técnica con las máquinas o artefactos mecánicos. Si bien la máquina fue el punto de partida de la Técnica y constituye su expresión más visible, se trata de un ámbito cuyas fronteras ha desbordado: “En fin, la técnica, efectivamente, ha tenido su punto de partida en la existencia de la máquina. Es cierto que partiendo de la mecánica se ha desarrollado todo lo demás; como lo es también que sin la máquina no existiría el mundo de la técnica.”<sup>47</sup> En adelante, cuando Ellul hable de máquinas o artefactos, estará pensando en la *técnica mecánica*.

Una vez señalado esto podemos abordar con detenimiento las principales tesis de Ellul que nos interesan aquí. Como hemos empezado a ver ya, Ellul describe un proceso de transformación del mundo cuyas dos características centrales son una *racionalización* constante y una creciente *artificialidad*. Esto significa que, a diferencia de lo que sucedía en las sociedades premodernas, la *racionalidad instrumental* penetra ahora cada vez más ámbitos de la existencia humana y transforma progresivamente todas aquellas actividades que se caracterizaban por la espontaneidad y el azar sometiéndolas a reglas y estándares precisos y, en último término, al criterio de la eficiencia. Esto puede verse, por ejemplo, en las técnicas económicas, administrativas, jurídicas, militares, pero también en lo que Ellul

---

<sup>45</sup> *La edad de la técnica*, pág. 49.

<sup>46</sup> Carl Mitcham, op. cit. pág. 76, nota 60, cita la siguiente definición de Técnica, añadida posteriormente por Ellul a la edición inglesa de *The technological society*: “El término *technique*, como yo lo utilizó, no significa máquinas, tecnología o este o aquel procedimiento para lograr un fin. En nuestra sociedad tecnológica, *technique* es la *totalidad de métodos que racionalmente alcanzan la eficacia absoluta* (en una etapa dada de desarrollo), en todos los campos de la actividad humana.”

<sup>47</sup> *La edad de la técnica*, pág. 7.

denomina “técnicas del hombre”: psicológicas, pedagógicas, propagandísticas, genéticas, etc.; lo que significa que el proceso de racionalización se extiende de tal manera que absorbe también lo más profundo del ser humano.<sup>48</sup> Además, como resultado de este proceso se va configurando un mundo artificial cada vez más contrapuesto al mundo natural, es decir, el mundo al que el ser humano había estado adaptado durante miles de años.

Ahora bien, a fin de hacer plenamente visibles los rasgos distintivos del moderno fenómeno tecnológico, Ellul distingue entre la *técnica antigua o premoderna* y la *técnica moderna*. En relación con la primera, Ellul afirma que hasta el siglo XVIII la técnica se encontraba limitada a ámbitos muy específicos y precisos de la vida humana, de ahí que no constituyera un tema que suscitara mayor preocupación.<sup>49</sup> Además, había muy poca diversidad de medios técnicos, pues la acción humana no estaba orientada hacia la búsqueda de mejores medios, sino al perfeccionamiento de la habilidad en su uso. Una mejora en la habilidad compensaba una deficiencia en la herramienta. No obstante, Ellul reconoce que las mejoras en la habilidad manual con el tiempo llevaban a un nuevo método.

En tercer lugar, la técnica antigua se definía por su localismo, es decir, el desarrollo técnico permanecía confinado en el marco cultural donde surgía y no podía volverse universal, pues había pocas y lentas transferencias de una cultura a otra. Además, la técnica no era en absoluto objetiva, sino subjetiva respecto a una determinada civilización. De ahí que la técnica cambiara conforme lo hacía el conjunto entero de la sociedad. Junto a esta limitación espacial, Ellul describe una limitación temporal. Hasta el siglo XVIII las técnicas evolucionaban con mucha lentitud. Entre la invención y la implementación y difusión de una técnica o de un dispositivo mecánico había un largo y lento trayecto. Más aún, era necesario que transcurrieran muchos años para que los mismos se perfeccionaran. Ellul

---

<sup>48</sup> Desde luego, Ellul es consciente de que la utilización de métodos es inherente a la acción humana sobre el mundo. Lo que él denuncia, en cambio, es que ahora los métodos estén regidos exclusivamente por la eficiencia, se trata de encontrar el método más eficaz en cualquier actividad.

<sup>49</sup> Ellul, op. cit, pág. 71.

menciona como ejemplos la máquina de calcular de Pascal y la olla de vapor de Denis Papin.

De acuerdo con Ellul, esta lentitud en su invención, perfeccionamiento y difusión permitía al ser humano adaptarse constantemente a su entorno. El hombre se encontraba al nivel de sus técnicas, es decir, podía dominar su uso y elegir sus fines; tenía la posibilidad de romper con la técnica en cualquier momento y elegir su propio destino. Asimismo, Ellul afirma que en la técnica antigua, la posibilidad de elección estaba reservada al hombre. Esta posibilidad de elección era uno de los factores más importantes que intervenían en el desarrollo técnico, pues éste no era una lógica de los descubrimientos ni un progreso fatal de las técnicas: “La evolución no es una lógica de los descubrimientos ni un progreso fatal de las técnicas, sino una interacción entre la eficacia técnica y de la decisión eficaz del hombre frente a ella.”<sup>50</sup>

Ellul sostiene que la técnica moderna es radicalmente distinta de la técnica antigua, pues en ella los rasgos que acabamos de ver no sólo han desaparecido, sino que además han surgido nuevos. La técnica moderna no está limitada por nada, ni geográfica ni culturalmente y se extiende a todos los campos de actividad humana; se ha esparcido universalmente y se desarrolla a un ritmo desconcertante; se ha vuelto completamente objetiva, no importa el medio o la civilización. El desarrollo técnico ha devenido un proceso causal ciego que no persigue ninguna finalidad y se encuentra siempre más allá de cualquier finalidad que el ser humano pretenda imponerle. Se encuentra regido por una constante racionalización y por la búsqueda de la eficiencia. Se trata, en definitiva, de un proceso que ha adquirido “autonomía” y en el cual el ser humano participa cada vez menos decisivamente. Frente a la “autonomía de la técnica”, la autonomía humana resulta una ilusión, nos dice Ellul. El ser humano se encuentra ahora a merced de dicho proceso, ya no es él quien domina.

---

<sup>50</sup> *Ibíd.* pág. 83.

A continuación veremos en detalle las nuevas características: automatismo de la elección técnica, autodesarrollo, unicidad, encadenamiento de las técnicas, universalismo, autonomía y ambivalencia de la técnica.

El *automatismo de la elección* técnica significa que ya no hay una genuina elección entre dos métodos posibles, pues se impone invariablemente el más eficiente. Se conserva el método más eficiente con la misma objetividad con que 4 es mayor que 3. De este modo, la elección técnica se efectúa por sí misma. Ya no es el hombre quien elige:

El hombre no es ya en absoluto el agente que elige. Que no se diga que él es el agente del progreso técnico (esta es una cuestión que examinaremos después) y que aun elige entre las técnicas posibles. En realidad, no es así: el hombre es un aparato registrador de los efectos, de los resultados obtenidos por las diversas técnicas, y esta no es una elección por motivos complejos y, de alguna manera, humanos; sólo se decide por lo que da el máximo de eficiencia.<sup>51</sup>

Ya sólo vale emplear el procedimiento más eficiente, de manera que cuando la Técnica entra en contacto con formas de vida o medios no técnicos —tradicionales, azarosos, espontáneos—, o bien los elimina o bien los vuelve técnicos. La elección está hecha *a priori*. El ser humano se encuentra ahora ante el dilema de usar un medio técnico y quedar sometido a él o usar un medio tradicional o personal y salvaguardar su libertad.

El segundo rasgo es el *autodesarrollo*, el cual puede entenderse de varias maneras. En el caso de los desarrollos mecánicos, por ejemplo, ya no es el genio inventor, dotado de una inteligencia especial, quien realiza el descubrimiento; lo determinante ahora son las condiciones previas, la suma de miles de esfuerzos anónimos. “Cuando se dan todas las condiciones necesarias, una mínima intervención del hombre basta para producir un progreso importante. Casi podría decirse que, en esta fase de la evolución de un problema técnico, cualquiera que se hiciese cargo del problema encontraría la solución.”<sup>52</sup> De esto dan cuenta los descubrimientos simultáneos en la historia, como en el caso de la energía

---

<sup>51</sup> *Ibíd.* pág. 86.

<sup>52</sup> *Ibíd.* pág. 92.

nuclear cuyas investigaciones hacia 1939 habían arribado al mismo punto simultáneamente en Alemania, Noruega, Francia, la U.R.S.S y Estados Unidos. El autotrecimiento se refiere también a que *la Técnica se engendra a sí misma*. Esto significa que la aparición de una técnica nueva permite a su vez la aparición de otras y las condiciona. La combinación de las distintas técnicas posibilita otros inventos técnicos. Por ejemplo, el motor de combustión interna ha permitido y condicionado la técnica del automóvil y del submarino. Se da así también un autotrecimiento en los campos de aplicación.

El punto clave a destacar respecto a este *autotrecimiento* es que, según Ellul, lo determinante ahora no son las condiciones económicas y sociales, ni la formación intelectual, ni el ser humano, sino la situación técnica anterior:

Ni las condiciones económicas y sociales, ni la formación intelectual; tampoco es el factor humano el determinante, sino la situación técnica anterior. Cuando se hace un determinado descubrimiento técnico, de él se siguen, casi por necesidad, otros descubrimientos. La intervención humana en esta sucesión tiene un carácter ocasional, y no es un hombre determinado el único que podía conseguir este progreso, sino que cualquiera que esté al corriente de las técnicas puede realizar un descubrimiento válido, que suceda razonablemente a los precedentes y anuncie del mismo modo el siguiente.<sup>53</sup>

El ser humano sigue siendo necesario en el proceso, pero su participación es cada vez menos importante. Mientras más factores existen su combinación resulta más fácil y rápida, de modo que la elección humana apenas puede ejercerse.

La siguiente característica es la *unicidad*, la cual se refiere a que las distintas técnicas constitutivas del fenómeno técnico se forman como un todo y presentan los mismos caracteres en todas partes. “El fenómeno técnico, englobando las distintas técnicas, constituye un todo. Esta unicidad de la técnica es perceptible ya cuando comprobamos con evidencia que el fenómeno técnico presenta en todas partes, y esencialmente, los mismos

---

<sup>53</sup> *Ibíd.* pág. 96.

caracteres.”<sup>54</sup> Una consecuencia importante de esta unicidad profunda es la imposibilidad de separar los elementos positivos y negativos. Según Ellul, es erróneo pensar que es posible conservar unos y evitar otros, e incluso distinguir entre la técnica y su uso.

En este punto Ellul se pronuncia respecto a la *neutralidad de la técnica*, la cual supone que por un lado está la técnica y, por el otro, el uso que se haga de ella, y que la técnica puede estar sometida a criterios morales o a los fines que el ser humano le imponga. Para Ellul, sin embargo, la técnica sólo admite un uso técnico y es “autónoma” respecto de la moral. La técnica no soporta ningún enjuiciamiento moral. Asimismo, Ellul rechaza la visión demasiado simplista según la cual es posible orientar el desarrollo técnico hacia lo positivo, constructivo y enriquecedor, excluyendo lo negativo, destructivo y esterilizador. Como si pudieran desarrollarse sólo técnicas de paz y no de guerra. La unicidad del fenómeno técnico excluye la posibilidad de conservar sólo unas de sus partes: “la técnica en sí misma (y no por el uso que de ella se haga, ni por las consecuencias no necesarias) conduce a un cierto número de sufrimientos, de plagas, que en modo alguno pueden ser separadas de ella. Son inherentes a su propio mecanismo.”<sup>55</sup>

Para ilustrar esto, Ellul analiza el caso de la energía nuclear y la creación de la bomba atómica. Si bien reconoce el papel orientador que desempeñó el Estado, sostiene que si se hubieran detenido las investigaciones sobre la bomba atómica, tampoco habrían surgido posteriormente centrales de energía nuclear. El desarrollo de las investigaciones nucleares implicaba necesariamente pasar por el desarrollo de la bomba atómica, un paso transitorio pero inevitable. En este punto Ellul formula su versión del *imperativo tecnológico*, según la cual todo lo técnico de lo que dispone se usa necesariamente. “*Porque todo lo que es técnico, sin distinción de bien ni de mal, se utiliza necesariamente cuando se dispone de ello. Tal es la ley principal de nuestra época.*”<sup>56</sup>

---

<sup>54</sup> Ibíd. pág. 100.

<sup>55</sup> Ibíd. pp. 109 –110.

<sup>56</sup> Ibíd, pág. 105, las cursivas son del autor.

El punto que a Ellul le interesa enfatizar en relación con esta *unicidad* es que toda aplicación técnica tiene siempre consecuencias o efectos secundarios absolutamente imprevisibles, los cuales son predominantemente negativos y desastrosos. “La historia demuestra que toda aplicación técnica en sus orígenes produce efectos (imprevisibles y secundarios) mucho más desastrosos que la situación anterior, junto a efectos previstos, esperados, que son válidos y positivos.”<sup>57</sup>

El cuarto rasgo es el *encadenamiento de las técnicas*, el cual se refiere a la interdependencia de las técnicas que requieren de otras para funcionar adecuadamente. Para explicar esto, Ellul describe cómo el empleo de máquinas en las industrias requirió a su vez del uso de técnicas de organización en la producción para dar su máximo rendimiento. A su vez un aumento en los productos fabricados hizo necesario el desarrollo de técnicas financieras y técnicas del transporte. La introducción de máquinas en la producción requirió, además, de una acumulación de hombres alrededor de las fábricas, tanto trabajadores como consumidores, lo cual dio origen a las grandes ciudades, que a su vez hizo necesaria la técnica del urbanismo. La vida en las ciudades, además, hizo necesarias las técnicas del entretenimiento, como el cine.

Por su parte, el *universalismo técnico* se refiere a la extensión mundial de la técnica. Este universalismo presenta un aspecto geográfico y otro cualitativo. Por un lado, la técnica se propaga país tras país, y por otro, se aplican los mismos principios técnicos sin importar la cultura o la región de la que se trate. Si antes existían diferentes opciones de civilización, nos dice Ellul, hoy todos los pueblos tienden a seguir el mismo camino, como si fueran distintos puntos pertenecientes a una misma trayectoria. Además, la rapidez y la fuerza con que la técnica se impone tienen en general consecuencias desastrosas. El empleo de los mismos principios técnicos en todas partes conduce a una mayor uniformización cultural. Aunque en principio esto podría parecer positivo, en realidad conlleva el derrumbe de formas de vida tradicionales. De igual forma, la rapidez con que se lleva a cabo la transferencia técnica produce un terrible desgarramiento cultural. Allí donde penetra y se

---

<sup>57</sup> *Ibíd.* pág. 111.

impone, la técnica crea nuevos valores y nuevas formas culturales que transforman y arrastran a las formas de vida tradicionales.

Si en siglos anteriores la técnica había pertenecido a una civilización particular, hoy la técnica ha englobado a la civilización entera, se ha hecho ella misma civilización. Civilización técnica significa, según Ellul, que esta civilización se construye por la técnica, que todo en ella es construido para la técnica y que es exclusivamente técnica, es decir, elimina todo lo que no es técnico o lo reduce a su forma técnica. Ya hemos visto cómo la técnica engloba el mayor número de ámbitos de actividad y lo hace ahora a una escala mundial, sin embargo, no se trata sólo del mundo inorgánico, sino que se apropia también del mundo orgánico, pues el ser humano se ha vuelto un objeto de las técnicas:

En lo inorgánico explora, por ejemplo, la estructura del átomo y su uso para fines actualmente ignorados. Pero hoy toma la forma técnica, más claramente aún, el mundo de la sustancia orgánica; en él, la necesidad de la producción realiza sondeos hasta en las fuentes de la vida, controla la procreación, influye sobre el crecimiento y altera al individuo y la especie. La muerte, la procreación, el nacimiento o el «hábitat» están sometidos a la racionalización, como último estadio de la cadena industrial sin fin... Lo que parecía ser lo más personal en la vida del hombre ahora es tecnificado. Las maneras de reposo y descanso son objeto de las técnicas de relajación, la manera como decide (y esto no es del terreno personal y voluntario) es objeto de las técnicas de investigación operacional. Es una experimentación en las raíces mismas del ser (Giedion).<sup>58</sup>

El siguiente rasgo de la técnica moderna es la *autonomía*, la cual presenta varios aspectos. En primer lugar, afirma Ellul, la técnica es autónoma o independiente respecto de la economía, la política y las condiciones sociales. Esto significa que no son ya las condiciones económicas, políticas o sociales las que determinan el desarrollo técnico, sino que es precisamente la técnica la que condiciona todo lo demás. Lo decisivo en la

---

<sup>58</sup> *Ibíd.* pág. 133.

transformación social y cultural no es la agencia humana o sus teorías, sino la *lógica interna* de la técnica en su búsqueda de la *eficiencia*:

La técnica condiciona y provoca los cambios sociales, políticos y económicos. Es el motor de todo lo demás, pese a las apariencias, pese al orgullo del hombre que pretende que sus teorías filosóficas ejercen un poder determinante y que sus regímenes políticos son decisivos en la evolución histórica. No son las necesidades externas las que determinan la técnica, sino sus necesidades internas. Se ha convertido en una realidad en sí, que se basta a sí misma, que tiene sus leyes particulares y sus determinaciones propias.<sup>59</sup>

En segundo lugar, la técnica es autónoma o independiente respecto de la moral y los valores espirituales. La técnica no acepta ningún enjuiciamiento moral ni limitación alguna, se sitúa más allá del bien y del mal. La técnica es ahora la que crea una nueva moral, se convierte en juez. La técnica no está ya sometida a la moral, pues únicamente cuentan los principios técnicos. “Con una moral intrínseca a la técnica, ésta no tiene nada que temer. Su curso seguirá inalterable. Sea lo que fuere, frente a la moral tradicional la técnica se afirma como un poder independiente. Sólo el hombre está sometido al juicio moral. ¿No es así? Ya no estamos en la época primitiva en que las cosas eran buenas o malas en sí. La técnica no es nada en sí. Por consiguiente, puede hacer cualquier cosa. Es verdaderamente autónoma.”<sup>60</sup>

Frente a esta autonomía de la técnica la autonomía humana resulta una ilusión. Como había descrito en relación con el autodesarrollo, Ellul constata que la intervención humana es cada vez menos decisiva en el desarrollo técnico, pues son las condiciones técnicas anteriores las que resultaban determinantes. Asimismo, la autonomía técnica impide al ser humano elegir su destino, pues está condicionado a emplear los medios técnicos a su disposición:

Al igual que no puede decidir su destino, tampoco el hombre de hoy puede elegir sus medios a causa de la autonomía técnica, ya que la variabilidad y la

---

<sup>59</sup> *Ibíd.* pág. 138.

<sup>60</sup> *Ibíd.* pág. 139.

flexibilidad de la técnica, según los lugares y las circunstancias que hemos señalado, no impide que en un lugar y un momento dados (por consiguiente, para el hombre, para cualquier hombre, porque está siempre en un lugar y en un momento determinados) no haya más que un medio técnico utilizable.<sup>61</sup>

Un último rasgo hasta ahora sólo aludido incidentalmente por Ellul se refiere a la *ambivalencia* del desarrollo técnico, la cual presenta cuatro puntos<sup>62</sup>:

1. *Todo progreso técnico debe pagar un precio.* Los beneficios que proporciona el desarrollo técnico siempre van acompañados de perjuicios. Se gana por un lado y se pierde por otro. Crea y destruye al mismo tiempo. Para ejemplificar esto Ellul menciona al menos dos casos: el aumento de la esperanza de vida y la simultánea pérdida de calidad de vida; la posibilidad técnica de difundir la cultura y su simultánea banalización. Esto lleva a Ellul a afirmar que no existe el progreso absoluto: “El hecho es que, objetivamente mirado, el progreso tecnológico produce valores de una importancia inestimable, mientras que, al mismo tiempo, destruye valores de no menor importancia. Por consiguiente no puede mantenerse que haya un progreso absoluto o un retroceso absoluto.”<sup>63</sup>

2. *La Técnica suscita más problemas de los que resuelve.* Cada nuevo desarrollo técnico resuelve uno o más problemas, pero crea otros. Ellul describe aquí las dificultades que ha traído consigo la automatización de las industrias, como el recorte de trabajadores, el ajuste de salarios, etc. Menciona también el caso del aumento poblacional y la desnutrición.

3. *Los efectos perniciosos de la Técnica son inseparables de sus efectos favorables.* Como habíamos visto ya en relación con la unicidad del fenómeno técnico, los efectos positivos van siempre necesariamente unidos a los negativos. Todo progreso mecánico en la industrialización conlleva necesariamente, según Ellul, ahorro de trabajo y, consiguientemente, desempleo. Otro caso se refiere a la posibilidad técnica de difundir

---

<sup>61</sup> *Ibíd.* pág. 146.

<sup>62</sup> Se trata de un rasgo que Ellul desarrollará en *Le bluff technologique*. Para la exposición de este rasgo nos basamos aquí en “El orden tecnológico”, incluido en *Filosofía y tecnología*, Carl Mitcham y Robert Mackey (eds), [Ignacio Quintanilla Navarro], Madrid: Encuentro Ediciones, 2004.

<sup>63</sup> *Ibíd.*, pág. 136.

información a través de los medios de comunicación y la concomitante dificultad para establecer un criterio que permita juzgarla.

4. *Toda técnica comporta efectos imprevisibles.* El desarrollo técnico produce con el tiempo efectos secundarios inesperados que son esencialmente imprevisibles. Ellul menciona el caso de los medicamentos y los riesgos iatrogénicos; la planeación urbana y ciertos problemas psicológicos relacionados con el ordenamiento de los espacios; el cultivo extensivo de ciertas plantas como el maíz o el algodón y la pérdida posterior e irreparable de ciertas partículas que hacían fértiles los suelos. Al respecto, afirma: “Algunos resultados son los previstos y los que se alcanzan. Pero siempre hay efectos secundarios que no han sido previstos y que, en las primeras fases de aplicación de la nueva técnica en cuestión, no podían, en principio, haber sido anticipados.”<sup>64</sup>

En conjunto, los nuevos caracteres del desarrollo técnico confirman la “autonomía de la Técnica”. Frente a ella la autonomía humana resulta imposible, como puede verse especialmente por el automatismo, el encadenamiento técnico o la continua búsqueda de la eficiencia. No es la agencia humana —elecciones y valores— lo que resulta decisivo en la determinación del curso del desarrollo técnico, el cual posee además un carácter ambivalente y esencialmente imprevisible. Por último, el tiro de gracia a la autonomía humana lo proporcionan las técnicas del Hombre, las cuales reducen al ser humano a un simple objeto de manipulación e imponen a su vida un curso cada vez más preestablecido, rodeado de reglas y estatutos, caminos y métodos recorridos una y mil veces.

A fin de completar nuestra variopinta exposición del “determinismo tecnológico”, a continuación revisaremos las ideas del historiador estadounidense Thomas P. Hughes en relación con su concepto de *momentum* tecnológico, considerado una interesante alternativa a dicha noción.

### **1.5. Thomas Hughes y el “impulso tecnológico”**

---

<sup>64</sup> *Ibíd.* pág. 147.

Como acabamos de mencionar, el historiador de la tecnología Thomas Hughes presenta su concepto de *momentum* o “impulso tecnológico” como una importante alternativa al “determinismo tecnológico”. A partir del estudio de grandes sistemas tecnológicos surgidos a finales del siglo XIX y principios del XX —como los primeros sistemas de energía eléctrica nacionales en Estados Unidos y Europa—, este autor señala algunas de las principales características que dichos sistemas presentan a lo largo de su evolución y sostiene que a medida que se expanden y consolidan se vuelven más rígidos, deterministas y difíciles de controlar. Pero si con esta propuesta Hughes pretende alejarse del “determinismo tecnológico”, también evita caer en el extremo opuesto o “determinismo social”, el cual, según este historiador, caracteriza al más reciente enfoque de construcción social de la tecnología (del que nos ocuparemos ampliamente en el segundo capítulo). Así, pues, para Hughes, tanto el “determinismo tecnológico” como el “determinismo social” son insuficientes para dar cuenta satisfactoriamente del cambio tecnológico y su relación con el cambio social.

Ahora bien, por la manera en que Hughes define el “determinismo tecnológico”, nosotros sostenemos que es consistente interpretar su modelo como una alternativa en particular para lo que hasta ahora hemos estado refiriendo sin mucha precisión como la “autonomía de la tecnología”, tesis relacionada principalmente con cierta independencia o incontrolabilidad del cambio tecnológico.<sup>65</sup> Para comprender mejor esto, hay que tomar en cuenta que Hughes entiende un *sistema tecnológico* como un *sistema sociotécnico*, es decir, un sistema cuyos componentes son tanto técnicos como sociales y, por ende, el carácter determinista que dichos sistemas puedan llegar a adquirir sería en realidad ejercido inextricablemente por los componentes técnicos y sociales, descartando así la eficacia causal exclusiva de la tecnología.<sup>66</sup>

---

<sup>65</sup> Hughes define el “determinismo tecnológico” de la siguiente manera: “Yo defino el determinismo tecnológico simplemente como la creencia de que las fuerzas técnicas determinan los cambios sociales y culturales.” Nótese que no hay aquí referencia alguna a la autonomía, independencia o incontrolabilidad. Thomas P. Hughes, “El impulso tecnológico” en *Historia y determinismo tecnológico*, pág. 118.

<sup>66</sup> Hughes prefiere la designación de “sistema tecnológico” para distinguir este de tipo de sistemas de aquellos “sistemas sociales” que carecen de un *núcleo técnico*. A su vez, el término “técnico” va a quedar reservado

Esta identificación entre *sistema tecnológico* y *sistema sociotécnico* es el primer paso para comprender el concepto de “impulso tecnológico”. Un sistema tecnológico está compuesto por elementos animados e inanimados, entre los cuales podemos encontrar un *núcleo técnico* —turbinas generadoras, transformadores, sistemas de iluminación, líneas de transmisión de energía eléctrica, etc.—; organizaciones tales como firmas industriales, empresas productoras de energía eléctrica, entidades financieras; sistemas de enseñanza universitaria, programas de investigación, inventores, ingenieros, cualificaciones y conocimientos adquiridos, libros, artículos; burocracia organizativa, leyes, recursos naturales, etcétera. Todos estos elementos heterogéneos se encuentran interrelacionados de tal manera que un cambio o alteración en uno produce un cambio o alteración en otro, de lo cual se deriva su carácter sistémico. Todo aquello que queda fuera del sistema o que tiene un vínculo débil de interacción con él, Hughes lo denomina “entorno”.

A medida que un sistema tecnológico evoluciona a lo largo del tiempo atraviesa por una serie de fases o etapas: invención, desarrollo, innovación, transferencia, competencia y consolidación. Aunque nuestro interés por ahora no es detallar cada una de estas etapas, sí es importante precisar que no necesariamente ocurren de manera secuencial.<sup>67</sup> Asimismo, Hughes distingue entre sistemas jóvenes o en vías de desarrollo y sistemas viejos o estabilizados. Similarmente a lo que ocurre con las personas, los sistemas jóvenes se encuentran más abiertos a las influencias socioculturales, y presentan cierta preponderancia de los componentes técnicos, mientras que los sistemas antiguos demuestran ser más independientes de las influencias externas, y presentan mayor preponderancia de los elementos sociales, en la medida en que su configuración es resultado de un mayor número de acuerdos sociales e intereses económicos. Por tal motivo, un sistema tecnológico en vías de desarrollo sería más susceptible al control y menos determinista, mientras que un

---

para los artefactos físicos y lógicos. Por su parte, “tecnología” designará el entramado de elementos técnicos y sociales.

<sup>67</sup> Para los detalles puede consultarse el artículo “La evolución de los grandes sistemas tecnológicos” en *Actos, actores y artefactos: sociología de la tecnología* / Hernán Thomas, Alfonso Buch (eds.), Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes, 2008.

sistema *atrincherado* socialmente tendría un carácter más determinista y sería menos susceptible de ser controlado u orientado.

A medida que continúa en su crecimiento, madurez, expansión y consolidación, un sistema tecnológico puede adquirir dos importantes características: estilo tecnológico e “impulso tecnológico” o *momentum*. El estilo tecnológico se refiere a las peculiaridades que un sistema tecnológico particular adquiere como resultado de su transferencia, o la de alguno de sus componentes, a un entorno diferente del original, ya sea en el tiempo o en el espacio. Dichas peculiaridades surgen debido a que el sistema o elemento transferido tiene que adaptarse a un nuevo contexto de restricciones socioculturales. Para ejemplificar esto, Hughes cita las variaciones en tamaño, número y localización de las plantas de electricidad que presentaban los sistemas de energía eléctrica en Londres y Berlín hacia 1920:

El estilo de Londres, con sus numerosas y pequeñas plantas, y el estilo de Berlín, con sus instalaciones grandes, persistieron por décadas. Londres, debe enfatizarse, no estaba retrasada técnicamente. La principal explicación para los estilos contrastantes descansa en las regulaciones legales de Londres y Berlín, que expresaban valores políticos fundamentales. Los londinenses estaban protegiendo el poder tradicional de los gobiernos locales dando a los distritos municipales autoridad para regular la energía eléctrica, mientras que los berlineses estaban acentuando la autoridad centralizada delegando el poder regulador a la ciudad de Berlín.<sup>68</sup>

A partir de lo anterior, podemos apreciar también que el concepto de estilo tecnológico expresa muy bien el carácter social o la conformación social de la tecnología.

Otra importante característica que adquieren los sistemas tecnológicos a medida que se consolidan es lo que Hughes denomina el “impulso tecnológico” o *momentum*, un concepto metafórico que hace referencia a una especie de inercia que manifiestan ciertos sistemas. Este *momentum* se incrementa conforme un sistema tecnológico se expande, integra y compromete un mayor número de elementos heterogéneos, tanto técnicos como sociales.

---

<sup>68</sup> “La evolución de los grandes sistemas tecnológicos”, pp. 128-129.

Este entramado cada vez más complejo de elementos es lo que vuelve difícil lograr que un sistema tecnológico cambie de metas o dirección e incluso que desaparezca. De aquí proviene precisamente, según Hughes, esa aparente autonomía que presentan los sistemas tecnológicos. Al respecto afirma:

Los sistemas tecnológicos, incluso después de un crecimiento y una consolidación prolongada, no devienen autónomos, adquieren *momentum*. Poseen una masa de componentes técnicos y organizacionales, poseen dirección o metas, y expresan una tasa de crecimiento que sugiere una velocidad. Un alto nivel de *momentum* a menudo produce que quienes lo observan asuman que un sistema tecnológico ha devenido autónomo. Los sistemas maduros poseen una cualidad que es análoga, por consiguiente, al movimiento inercial.<sup>69</sup>

Por otra parte, un sistema tecnológico maduro tenderá a promover innovaciones técnicas que incrementen la inercia del sistema, mientras que las innovaciones radicales pueden desafiar o amenazar la continuidad del *momentum*.

A fin de comprender mejor el concepto de *momentum*, consideraremos brevemente algunos de los ejemplos que sirven de base a Hughes. El primero de ellos se refiere a la *Electric Bond and Company* (EBASCO), una sociedad de cartera establecida en 1905 por General Electric (GE) y a través de la cual era posible controlar diferentes subsistemas técnicos, como la luz eléctrica o las redes de suministro. El sistema de EBASCO estaba integrado por todas aquellas compañías eléctricas, comunidades e industrias unidas por intereses económicos comunes, pero estaban involucrados también los departamentos de ingeniería, profesores, estudiantes, así como sus conocimientos y cualificaciones, igualmente vinculados por intereses económicos. “Estos diversos componentes humanos e institucionales aumentaron significativamente el impulso del sistema EBASCO.”<sup>70</sup> Aunque en principio puede afirmarse que EBASCO configuró a la sociedad tanto como fue configurado por ella, a medida que “el sistema de EBASCO fue siendo mayor y más

---

<sup>69</sup> “La evolución de los grandes sistemas tecnológicos”, pág. 139.

<sup>70</sup> “El impulso tecnológico”, pág. 124.

complejo y, por tanto, cobrando impulso, el sistema fue siendo cada vez menos configurado por su entorno y convirtiéndose en el elemento que más configuraba el entorno.”<sup>71</sup>

Otro ejemplo se refiere a la *Badische Anilin und Soda Fabrik* (BASF), uno de los principales fabricantes de químicos de Alemania durante la Primera Guerra Mundial y miembro del grupo I. G. Farben. Debido a la situación de bloqueo que padecía Alemania a causa de la guerra, BASF desarrolló una técnica de fijación de nitrógeno conocida como Haber-Bosch, técnica para la que se desarrollaron y fabricaron costosos y complejos aparatos. Sin embargo, al término de la guerra y una vez que había cesado el bloqueo contra Alemania, la demanda de compuestos sintéticos de nitrógeno no era suficiente para la gran capacidad de producción de la que se disponía. Por tal motivo, durante la década de 1920, los directivos, ingenieros y científicos de BASF buscaron otros campos de aplicación para la planta y los conocimientos adquiridos. Uno de ellos fue un proyecto para fabricar gasolina sintética a partir del carbón. Posteriormente, cuando el nacional-socialismo subió al poder solicitó grandes cantidades del producto sintético. “El impulso arrastró a BASF y a I. G. Farben a colaborar con el sistema nazi de autarquía económica.”<sup>72</sup>

El último ejemplo que mencionaremos se refiere a la presa Muscle Shoals en Estados Unidos. Durante la Primera Guerra Mundial y como consecuencia de la disminución de barcos mercantes y el aumento de submarinos, Estados Unidos requería aumentar su producción autóctona de compuestos de nitrógeno. El proceso elegido para su producción requería de una gran cantidad de electricidad por lo que se emprendió la construcción de la presa Muscle Shoals y de una central eléctrica en el río Tennessee. No obstante, la guerra concluyó antes de que la presa estuviera terminada, por lo que la demanda de compuestos de nitrógeno volvió a disminuir en contraste con la enorme capacidad de producción que se obtendría gracias a la presa. Finalizada la guerra, empero, el gobierno se quedó con una enorme presa y una central eléctrica. Hughes describe esta situación como una “una solución que buscaba un problema”. Tras la búsqueda de un problema a resolver, por fin en 1933 la Muscle Shoals se convirtió en la primera pieza de un proyecto para impulsar el

---

<sup>71</sup> Ibídem.

<sup>72</sup> Ibíd. pág. 126.

desarrollo hidroeléctrico en toda la región del río. Al respecto concluye Hughes: “El impulso tecnológico de la presa de Muscle Shoals se prolongó desde la Primera Guerra Mundial al New Deal. Este duradero artefacto funcionó a lo largo del tiempo como un campo magnético, atrayendo planes y proyectos acordes con sus características. Los sistemas de artefactos no son fuerzas neutrales; tienden a configurar el entorno de determinadas formas.”<sup>73</sup>

Por último, lo anterior no debe llevarnos a concluir que el *momentum* de un sistema tecnológico constituye una fuerza imprecedera o más allá de cualquier intento de control o regulación. Si bien Hughes reconoce la dificultad de modificar las metas o alterar la dirección de un sistema tecnológico *atrincherado* socialmente, ello no impide que pueda ser modificado e incluso que simplemente se agote o desaparezca. Un evento histórico de gran trascendencia como una crisis económica o los esfuerzos de diversos grupos sociales como los ambientalistas pueden contribuir significativamente a modificar o cancelar la dirección de un sistema tecnológico con un alto grado de *momentum*. A modo de reflexión final, Hughes escribe:

¿Qué ofrece esta interpretación de la historia de los sistemas tecnológicos a quienes diseñan y gestionan los sistemas o al público que podría desear configurarlos a través de un proceso democrático? Sugiere que la configuración es más fácil antes de que el sistema haya adquirido componentes políticos, económicos y de valores. También se deduce que un sistema que tenga un gran impulso tecnológico puede hacerse cambiar de dirección si diversos componentes son sometidos a las fuerzas del cambio.<sup>74</sup>

A partir de nuestra exposición anterior estableceremos una definición lo más clara y acotada posible que recoja las principales problemáticas asociadas al “determinismo tecnológico”. Hemos visto ya que se trata en realidad de una *concepción* central del mundo moderno, una *creencia* que hoy en día se encuentra muy difundida y arraigada. Ahora bien, en lo que hasta ahora hemos estado refiriendo sin mucho cuidado como “determinismo

---

<sup>73</sup> *Ibíd.* pág. 127.

<sup>74</sup> “El impulso tecnológico”, pág. 129.

tecnológico”, y a veces como “autonomía de la tecnología”, es posible distinguir y precisar el significado de dos *tesis*, la primera relacionada propiamente con la *eficacia causal* de la tecnología y que seguiremos llamando Determinismo Tecnológico (DT) y la segunda relacionada primordialmente con cierta *incontrolabilidad* de la tecnología y que denominaremos Autonomía de la Tecnología (AT).<sup>75</sup> Si bien ambas tesis coinciden en algún sentido, diferenciarlas de este modo nos permitirá identificar mejor las distintas problemáticas asociadas a cada una de ellas.<sup>76</sup>

Así, pues, para la tesis DT podemos identificar las siguientes afirmaciones:

- a) el curso del desarrollo tecnológico se encuentra determinado *en exclusiva* por una lógica interna —como la continua búsqueda de la eficiencia— o por cierta propiedad autogeneradora, o por leyes propias —como la ley de Moore—, por lo cual dicho desarrollo ha de pasar *necesariamente* por una secuencia lineal o predeterminada de etapas. Además, el desarrollo tecnológico se produce con total independencia de factores de carácter no-técnico, como los valores estéticos, religiosos o morales, o bien necesidades e intereses más amplios, por lo que la agencia humana no desempeña ningún papel significativo en dicho proceso.
- b) el cambio tecnológico determina *en exclusiva* el cambio social o, en otras palabras, la tecnología determina *en exclusiva* la estructura de la sociedad y la cultura. A un determinado nivel de desarrollo tecnológico le corresponde *necesariamente* un determinado orden social. La relación entre el cambio tecnológico y el cambio

---

<sup>75</sup> Nótese que cuando hagamos referencia al “determinismo tecnológico” o a la “autonomía de la tecnología” sin mucha precisión usaremos las comillas, mientras que cuando hagamos referencia al significado delimitado que propondremos a continuación, usaremos mayúsculas o bien las abreviaciones DT y AT, con sus respectivas interpretaciones.

<sup>76</sup> Así procede también Antonio Diéguez en su ensayo “El determinismo tecnológico: indicaciones para su interpretación” en *Argumentos de Razón Técnica*, n°8, 2005. Al respecto afirma: “Como digo, ambas tesis son lógicamente independientes. Se puede creer que la tecnología es autónoma y asumir al mismo tiempo que los procesos sociales e históricos no están determinados por su desarrollo, y se puede pensar que determina dichos procesos si bien no sigue un desarrollo completamente autónomo de otros agentes sociales.” Véase, además, Val Dusek, *Philosophy of technology: an introduction*, Malden, Massachusetts: Blackwell, 2006, capítulos 6 y 7.

social es unidireccional, por lo cual la sociedad se limita a adaptarse a los impactos o efectos producidos por la tecnología. Esto es válido para todo tiempo y lugar en la historia.

A partir de DT *a)* y DT *b)* podemos concluir que los cambios sociales están determinados *exclusivamente* por la lógica interna o las leyes propias de la tecnología. Además, hay que notar que el carácter determinista en DT *a)* se refiere al curso que debe seguir la tecnología en su desarrollo, mientras que en DT *b)* se refiere al establecimiento de ciertas condiciones sociales e históricas a partir del cambio tecnológico.

En conjunto y tal como quedan expresadas, las dos afirmaciones anteriores corresponden a un determinismo *fuerte*, o lo que Bimber identifica como interpretación *nomológica*. Sin embargo, si aceptamos hablar de grados de determinismo, podemos identificar las siguientes afirmaciones para DT:

- a)* la lógica interna —como la continua búsqueda de la eficiencia— o cierta propiedad autogeneradora es *el factor más importante*, aunque no el único, que interviene en la determinación del curso del desarrollo tecnológico. Los factores de carácter no-técnico, como los valores estéticos, religiosos o morales, o las necesidades e intereses más amplios, se encuentran subordinados al criterio de la eficiencia. Si bien puede hablarse de una secuencia lineal o predeterminada de etapas por las que ha de pasar la tecnología en su desarrollo, se trata de un hecho *contingente*, pues nada obliga a transitar por ellas. La agencia humana desempeña en este proceso un papel significativo, aunque subordinado a la búsqueda de la eficiencia.
- b)* la tecnología es *el factor más importante*, aunque no el único, que interviene en la determinación del cambio social, o de la estructura de la sociedad y la cultura. La relación entre el cambio tecnológico y el cambio social es bidireccional, pues no es sólo la sociedad la que tiene que adaptarse a la tecnología, sino que a su vez la tecnología también debe adaptarse a la sociedad. Por tal motivo, un determinado nivel de desarrollo tecnológico es compatible con distintos órdenes sociales. Si bien la agencia humana desempeña un papel significativo en este proceso, la tecnología mantiene la *preeminencia*.

A partir de DT *a)* y DT *b)* podemos concluir que la eficiencia es *el factor más importante*, aunque no el único, que interviene en la determinación del curso de la tecnología. A su vez, la tecnología es *el factor más importante* que interviene en la configuración del cambio social. Por tanto, la eficiencia es *el factor más importante* que configura el cambio social. Hay que enfatizar, sin embargo, que se trata de un hecho *contingente*, pues nada impide que la eficiencia y la tecnología dejen de tener dicha *preeminencia*.

En conjunto, estas dos últimas afirmaciones corresponden a un determinismo *débil*, o lo que Bimber identifica como interpretación *normativa*. Ahora bien, por lo que respecta a la tesis de la Autonomía de la Tecnología o AT podemos identificar las siguientes interpretaciones:

0. expresa la autonomía en sentido literal, tal como a menudo se habla en la ciencia ficción de criaturas que han adquirido cualidades como consciencia o voluntad, o bien cuando en los medios de comunicación se habla de vehículos autónomos, etc.
1. expresa que el desarrollo tecnológico está gobernado por una *lógica interna* —como la continua búsqueda de la eficiencia— o por cierta *propiedad autogeneradora*, por lo cual se realiza con independencia de factores de carácter no-técnico, como los valores estéticos, religiosos y morales, o bien las necesidades e intereses más amplios.
2. el desarrollo tecnológico es *ambivalente* y conlleva siempre impactos o efectos secundarios que son absolutamente *imprevisibles*.
3. a medida que los sistemas sociotécnicos evolucionan y se expanden van integrando y comprometiendo un mayor número de componentes materiales y humanos. Como resultado de esta diversidad y complejidad, los sistemas sociotécnicos adquieren una especie de inercia o *momentum* que los vuelve cada vez más difíciles de controlar u orientar.

A partir de esta clasificación podemos observar que la tesis de la Autonomía de la Tecnología (AT) hace referencia fundamentalmente a cierta *incontrolabilidad*. Sin embargo, hay que destacar que en el caso de AT1 dicha incontrolabilidad dimana de una

*lógica interna*, mientras que en el caso de AT2 y AT3 dicha incontabilidad proviene de una *dinámica externa*, es decir, surge sólo hasta que una tecnología o un sistema tecnológico ha sido ya implementado o adquirido cierta estabilización.

Asimismo, es importante notar que la tesis del Determinismo Tecnológico (DT) y la Autonomía de la Tecnología (AT) coinciden en un sentido, lo que podemos expresar de la siguiente manera:  $DT\ a) \approx AT1$ . Sin embargo, podemos observar también que la tesis AT hace referencia a problemáticas distintas, con lo cual nuestra distinción queda justificada. Finalmente, por lo que respecta a la tesis DT, debemos precisar que si bien la interpretación *nomológica* corresponde a un determinismo *fuerte*, se trata de una afirmación fácilmente refutable. Por tal motivo, en la crítica que emprenderemos en los capítulos siguientes y a menos que se indique lo contrario, nos ocuparemos principalmente de la interpretación *normativa* que corresponde a un determinismo *débil* aunque, paradójicamente, más difícil de refutar. Igualmente, por lo que respecta a la tesis AT, en lo que sigue de este trabajo no nos ocuparemos de la interpretación AT0; no porque carezca de interés o importancia, sino porque merecería un trabajo de investigación aparte.

## **1.6 Conclusión**

En este primer capítulo nos hemos adentrado en el terreno pantanoso del “determinismo tecnológico”, el cual como hemos visto admite distintas interpretaciones. Hemos visto también que se trata en realidad de una concepción central o vertebral de la Modernidad e incluso una obsesión permanente del pensamiento moderno. Ahora bien, luego de analizar distintas perspectivas teóricas, hemos entresacado dos tesis para lo que comúnmente se denomina “determinismo tecnológico”: la tesis propiamente del Determinismo Tecnológico (DT) y la tesis de la Autonomía de la Tecnología (AT). A modo de síntesis, presentamos a continuación sólo las interpretaciones en cuya crítica nos concentraremos en los siguientes capítulos:

DT *a)* la lógica interna —como la continua búsqueda de la eficiencia— o cierta propiedad autogeneradora es *el factor más importante*, aunque no el único, que interviene en la determinación del curso del desarrollo tecnológico. Los factores de carácter no-técnico, como los valores estéticos, religiosos o morales, o las necesidades e intereses más amplios,

se encuentran subordinados al criterio de la eficiencia. Si bien puede hablarse de una secuencia lineal o predeterminada de etapas por las que ha de pasar la tecnología en su desarrollo, se trata de un hecho *contingente*, pues nada obliga a transitar por ellas. La agencia humana desempeña en este proceso un papel significativo, aunque subordinado a la búsqueda de la eficiencia.

DT *b*) la tecnología es *el factor más importante*, aunque no el único, que interviene en la determinación del cambio social, o de la estructura de la sociedad y la cultura. La relación entre el cambio tecnológico y el cambio social es bidireccional, pues no es sólo la sociedad la que tiene que adaptarse a la tecnología, sino que a su vez la tecnología también debe adaptarse a la sociedad. Por tal motivo, un determinado nivel de desarrollo tecnológico es compatible con distintos órdenes sociales. Si bien la agencia humana desempeña un papel significativo en este proceso, la tecnología mantiene la *preeminencia*.

AT1 expresa que el desarrollo tecnológico está gobernado por una *lógica interna* —como la continua búsqueda de la eficiencia— o por cierta *propiedad autogeneradora*, por lo cual se realiza con independencia de factores de carácter no-técnico, como los valores estéticos, religiosos y morales, o bien las necesidades e intereses más amplios.

AT2 el desarrollo tecnológico es *ambivalente* y conlleva siempre impactos o efectos secundarios que son absolutamente *imprevisibles*.

AT3 a medida que los sistemas sociotécnicos evolucionan y se expanden van integrando y comprometiendo un mayor número de componentes materiales y humanos. Como resultado de esta diversidad y complejidad, los sistemas sociotécnicos adquieren una especie de inercia o *momentum* que los vuelve cada vez más difíciles de controlar u orientar.

## Segundo capítulo

### La dimensión social y política de la tecnología

El objetivo de este capítulo es presentar una crítica a las tesis que integran el “determinismo tecnológico”, tal como han quedado definidas en el capítulo previo: DT y AT. En primer lugar, presentaremos una de las críticas más importantes que se han dirigido a dichas tesis desde el campo de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología, y particularmente desde el enfoque del constructivismo social de la tecnología (*Social Construction of Technology*, SCOT). Nos interesa mostrar especialmente que la eficiencia no es *el factor más importante* que interviene en el cambio tecnológico y, además, que la tecnología y la sociedad no son dos elementos separados, sino que constituyen un ámbito al que resulta más apropiado referirse como “sociotécnico”.

Debido a que SCOT fue concebido inicialmente como un modelo cuyos fines eran básicamente descriptivos y explicativos, en un segundo momento nos ocuparemos de la filosofía política de la tecnología elaborada por Langdon Winner. Nuestro objetivo es presentar un importante complemento de tipo *prescriptivo* a los análisis *descriptivos* de SCOT; no es suficiente conocer la manera efectiva en que se desarrolla la tecnología, es necesario, además, plantear alternativas políticas para su transformación. Por tal motivo, revisaremos la posición de Winner respecto al “determinismo tecnológico” y en particular a la “autonomía de la tecnología”. Nuestra exposición estará dirigida a comprender su concepción de las *tecnologías como formas de vida* y de la *tecnología inherentemente política*. Para Winner, las tecnologías moldean el espacio vital en que son implementadas. Los artefactos poseen una especie de magnetismo, cuyas líneas de fuerza configuran un orden social y político determinado.

En un tercer momento, presentaremos la crítica que Winner plantea al enfoque de construcción social de la tecnología (SCOT), y veremos de qué manera éste puede contribuir también a la formulación de una postura política respecto a la tecnología. Para ello nos basaremos en las ideas desarrolladas más recientemente por uno de los principales estudiosos del modelo SCOT: Wiebe Bijker. De acuerdo con este ingeniero y sociólogo

holandés, la *perspectiva constructivista* de SCOT es fundamental para una politización y democratización de la cultura tecnológica. Por último, resulta importante destacar que tanto el planteamiento de Winner como SCOT convergen en hablar de lo “sociotécnico”.

Hacia el final del capítulo, habremos desarticulado por completo las afirmaciones que integran el Determinismo Tecnológico, es decir, las interpretaciones DT *a)* y DT *b)*. De igual modo, quedará desarticulada la interpretación AT1 de la tesis de la Autonomía de la Tecnología. Finalmente, los elementos teóricos, empíricos y prácticos establecidos aquí nos permitirán, en el siguiente capítulo, ocuparnos de las restantes interpretaciones de la tesis de la Autonomía de la Tecnología, AT2 y AT3, desde un punto de vista político.<sup>77</sup>

## **2.1 Los estudios sociales de la ciencia y la tecnología**

A medida que la ciencia y la tecnología se han ido consolidando como forma predominante de conocimiento y como forma privilegiada de intervención en el mundo, su concepción se ha modificado también radicalmente. La imagen positivista o heredada (*standard view*) de la ciencia, que concebía a ésta como una actividad estrictamente racional, autónoma o moralmente neutra, regida exclusivamente por la búsqueda de la verdad e intrínsecamente benéfica, ha dado paso a una amplia variedad de concepciones y enfoques sobre aquello que aún podemos denominar conjuntamente “actividad científica”. Algo semejante puede afirmarse acerca de la tecnología o de la “actividad tecnológica”. Aquella concepción sociológica determinista centrada en el estudio de los “impactos” de la tecnología sobre la sociedad ha sido sustituida por un variopinto conjunto de perspectivas teóricas de corte no únicamente sociológico, sino también histórico y filosófico. De igual modo, aquella imagen entusiasta e ingenua que hacía de la tecnología un signo innegable de progreso, camino seguro y automático hacia “el futuro” ha terminado por derrumbarse bajo el peso de su propia insuficiencia. En general, puede decirse que el cambio fundamental en

---

<sup>77</sup> Véase la conclusión del primer capítulo.

los nuevos estudios sobre la ciencia y la tecnología reside en la manera en que conciben la relación entre la ciencia, la tecnología y la sociedad.<sup>78</sup>

Aunque los factores que a menudo se citan para dar cuenta de este cambio radical en la concepción de la ciencia y la tecnología son innumerables, y su exposición detenida rebasa los límites de este trabajo, consideramos importante mencionar brevemente algunos hitos de carácter histórico y teórico. Entre los eventos históricos que podrían mencionarse se encuentran la Segunda Guerra Mundial, la guerra fría, los movimientos estudiantiles de los años sesenta, los problemas ambientales y accidentes tecnológicos como Chernobyl. Dentro de la propia filosofía de la ciencia hay que mencionar dos tesis que contribuyeron a derrumbar los pilares de la visión positivista de la ciencia: la *tesis de la carga teórica de la observación* y la *tesis de la subdeterminación de las teorías*. La primera tesis, defendida por N. R. Hanson, afirma que la observación está impregnada de teoría, es decir, lo que el observador ve depende de su bagaje teórico previo, así como de sus expectativas y prejuicios: “son las personas, y no sus ojos, las que ven”<sup>79</sup>. Una consecuencia de esto es que la observación no puede ser un criterio decisivo o concluyente en la comparación entre teorías incompatibles entre sí. La segunda tesis, también conocida como tesis Duhem-Quine, afirma que en principio siempre es posible formular teorías o hipótesis alternativas que sean igualmente consistentes con la evidencia empírica, pero incompatibles entre sí. “Desde este punto de vista, la teoría está «subdeterminada» por la evidencia observacional. Esto quiere decir que, por ella misma, la evidencia no puede determinar de forma absoluta la verdad o validez de una teoría dada en detrimento de otra explicación alternativa que encaje igualmente bien con la evidencia. Por tanto, somos nosotros, y no la naturaleza, los que determinamos la legitimidad de una teoría científica.”<sup>80</sup> A lo anterior hay que añadir la

---

<sup>78</sup> Para una exposición detallada del surgimiento de los estudios sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) como campo interdisciplinario de estudio y de activismo, sus perspectivas presentes y futuras, puede consultarse Stephen H. Cutcliffe *Ideas, máquinas y valores: los estudios de ciencia, tecnología y sociedad*. Barcelona, España: Anthropos México Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, División de Ciencias Sociales y Humanidades, 2003.

<sup>79</sup> Norwood Russell Hanson citado por Stephen Cutcliffe, op. cit. pág. 27.

<sup>80</sup> Cutcliffe, *Ibidem*.

influyente obra de Thomas Kuhn que puso de manifiesto “la importancia de la dimensión social y del enraizamiento histórico de la ciencia”<sup>81</sup> y que sirvió como detonante para que la sociología de la ciencia profundizara en aspectos del conocimiento científico que hasta entonces habían estado reservados a la filosofía de la ciencia. “En definitiva, gracias a estos dos supuestos que fueron asumidos por completo tras la recepción de la obra de Kuhn, comenzó a gestarse la posibilidad de una sociología de la ciencia que fuera capaz de penetrar en la cámara sagrada de la ciencia, esto es, en los procesos de generación y validación del conocimiento científico.”<sup>82</sup>

Fue precisamente en el campo de la sociología de la ciencia donde se formuló uno de los programas de investigación más importantes para el surgimiento de la nueva imagen —heterogénea y plural— de la ciencia. Nos referimos al Programa Fuerte en sociología del conocimiento científico (*strong programme*), propuesto a mediados de los años setenta por David Bloor de la Universidad de Edimburgo. Este programa de investigación parte de una nueva concepción del conocimiento científico y, por consiguiente, de la sociología de la ciencia. “El supuesto básico es que todo conocimiento está determinado socialmente y que incluso lo que se considere conocimiento en un momento dado está mediatizado por la sociedad en que se genera.”<sup>83</sup> Para comprender mejor la novedad y radicalidad de este programa es preciso contrastarlo con la sociología de la ciencia tradicional desarrollada inicialmente por el sociólogo estadounidense Robert K. Merton. Este enfoque sociológico se centraba en el estudio institucional de la ciencia (la ciencia como institución social y su relación con otras instituciones), así como en el denominado *ethos científico* (conjunto de reglas que supuestamente guiaban o debían guiar al científico en su investigación). En concordancia con la filosofía de la ciencia positivista, este enfoque asumía que el conocimiento científico era esencialmente diferente de otros tipos de conocimiento y que, por tanto, la sociología debía limitarse a intervenir sólo en los casos de creencias científicas

---

<sup>81</sup> *CTS: una aproximación conceptual*. Organización de Estados Iberoamericanos (OEI). Pág. 16.

<sup>82</sup> Emilio Lamo de Espinosa et al, *La sociología del conocimiento y de la ciencia*, Madrid: Alianza, 1994, pág. 516.

<sup>83</sup> Teresa González de la Fe y Jesús Sánchez Navarro, “Las Sociologías del conocimiento científico” *Reis: Revista española de investigaciones sociológicas*, no. 43 (1988): 75-124, pág. 85.

consideradas falsas. Las creencias científicas consideradas verdaderas eran dominio exclusivo de la filosofía de la ciencia.

El Programa Fuerte rompe justamente con la idea de que el conocimiento científico constituye un ámbito epistémico privilegiado y, por consiguiente, vedado a la lente sociológica. A partir de sus principios programáticos, *causalidad, imparcialidad, simetría y reflexividad*<sup>84</sup> se propone dar cuenta del contenido del conocimiento científico analizando las causas sociales que determinaron su origen, sin importar si se trata de casos considerados verdaderos o falsos, exitosos o fallidos. Los mismos tipos de causas sociales deben explicar tanto unos como otros; “todas las creencias han de explicarse como fenómenos sociales con independencia de su supuesta verdad o falsedad sin limitar, como se hacía tradicionalmente, las explicaciones causales a los casos de creencias consideradas falsas o erróneas. Los mismos tipos de causas explicarían tanto las creencias evaluadas favorablemente como las rechazadas, pues a fin de cuentas los propios criterios de evaluación son construidos socialmente.”<sup>85</sup> El conocimiento científico debía, pues, dejar de ser concebido como una “caja negra” cerrada al estudio sociológico.

Inspirados en el Programa Fuerte, pero también como respuesta y crítica al mismo, posteriormente se desarrollaron otros enfoques que han pasado a integrar lo que se denomina la *nueva sociología del conocimiento científico*. Entre ellos cabe mencionar los estudios de laboratorio, el programa empírico del relativismo (*Empirical Programme of*

---

<sup>84</sup> “Así, toda sociología del conocimiento científico deberá, en primer lugar, proporcionar explicaciones causales, esto es, proposiciones que se refieran a las condiciones que producen creencias u otros tipos de conocimiento. Por supuesto, señala Bloor, existirán otros tipos de causas además de las sociales que intervienen en que se constituyan las creencias científicas. En segundo lugar, tendrá que ser imparcial con respecto a lo que en un momento y contexto dado se considera como conocimiento verdadero o falso, racional o irracional, exitoso o fracasado. Ambos lados de estas dicotomías necesitan explicación. En tercer lugar, la sociología del conocimiento científico será simétrica en sus formas de explicación. Los mismos tipos de causas tienen que explicar las creencias verdaderas o falsas. Por último, deberá ser reflexiva. Es decir, sus modelos de explicación tendrán que aplicarse a la sociología del conocimiento misma. Al igual que el requisito de simetría, la afirmación de reflexividad es una respuesta a la necesidad de buscar una explicación general, así como una estrategia ineludible puesto que de otra manera la sociología autorrefutaría sus propias teorías.” Lamó de Espinosa, op. cit. pág. 525. Para la declaración inicial de Bloor véase el capítulo de 1 de *Conocimiento e imaginario social*.

<sup>85</sup> Teresa González de la Fe, op. cit., pág. 87.

*Relativism, EPOR*), la etnometodología de la investigación científica y la teoría del actor-red.<sup>86</sup> Aunque cada uno tiene una metodología particular y acepta o rechaza uno o más de los principios del Programa Fuerte, todos ellos comparten la asunción básica de que el conocimiento científico es una actividad profundamente social y mediada o “construida socialmente”, en lo cual también hay diferencias. Para los fines de esta investigación, nos ocuparemos brevemente del Programa Empírico del Relativismo (EPOR). Desarrollado originalmente por autores como H. M. Collins y Trevor Pinch de la universidad de Bath, este enfoque asume únicamente los principios de *imparcialidad* y *simetría* del Programa Fuerte y tiene como objetivo saber cómo se produce el conocimiento científico y cuáles son sus influencias sociales. Con tal propósito se enfoca al estudio de a) los estudios de los métodos de experimentación y replicación científica y la forma en que sus resultados son determinados y construidos socialmente; b) las controversias científicas y su resolución como fuentes de la aceptación del conocimiento; c) las ciencias “marginales” (*fringe sciences*).<sup>87</sup>

De un carácter marcadamente descriptivo, EPOR se concentra en el estudio de casos particulares y recientes en las “ciencias duras” como la física, antes que en casos históricos. Centra su atención en el estudio de las controversias científicas por considerar que en ellas se muestran especialmente los factores sociales que intervienen en la formación del conocimiento científico. Procede conforme a tres etapas. En la primera etapa busca mostrar la flexibilidad interpretativa de la evidencia empírica, es decir, las distintas interpretaciones que distintos científicos dan a la misma evidencia empírica. En la segunda etapa estudia los diversos mecanismos sociales, retóricos e institucionales mediante los cuales la flexibilidad interpretativa queda limitada y se alcanza el consenso entre los científicos involucrados en la polémica. La tercera etapa consiste en vincular los mecanismos de clausura de la controversia con el contexto social y político más amplio.

## **2.2 El enfoque del constructivismo social de la tecnología**

---

<sup>86</sup> Para una visión introductoria puede consultarse el capítulo 22 de *La sociología del conocimiento y de la ciencia*, citado arriba.

<sup>87</sup> Seguimos en esto la exposición de Teresa González de la Fe y Jesús Sánchez Navarro, op. cit. pág. 99.

La aparición del Programa Fuerte, y en particular del Programa Empírico del Relativismo, no sólo ha contribuido a renovar poderosamente la concepción tradicional de la ciencia, sino que además ha enriquecido nuestra comprensión sociológica e histórica de la tecnología. Inspirados especialmente en el Programa Fuerte, ya sea como matización o crítica al mismo, han surgido distintos programas de investigación que han izado la bandera del “constructivismo social” en el terreno de la tecnología. Nos referimos al enfoque denominado propiamente “Constructivismo social de la tecnología” (*Social Construction of Technology*, SCOT), a la teoría del actor-red y al enfoque de sistemas.<sup>88</sup> Al respecto, Cutcliffe afirma que: “A pesar de las diferencias entre estos puntos de vista, existe un importante rasgo común a todos ellos que ha llevado a que se los considere conjuntamente bajo la etiqueta de «constructivismo social».”<sup>89</sup> Aunque es posible distinguir claramente cada uno de estos enfoques, hay al menos dos orientaciones básicas que los vinculan: en primer lugar, su crítica a las tesis del “determinismo tecnológico” (el desarrollo tecnológico sigue una lógica interna y el cambio tecnológico determina el cambio social) y, en segundo lugar, la idea de que tecnología y sociedad no constituyen dos ámbitos completamente separados, sino un “entramado sin costuras” en el cual los aspectos tecnológicos, sociales, políticos y económicos se hallan entrelazados inextricablemente. “El aspecto multifacético y heterogéneo del desarrollo técnico ha sido descrito, en la moderna sociología de la tecnología, mediante la metáfora del entramado sin costuras (*the seamless web*).”<sup>90</sup>

De esta manera, dichos programas de investigación se separan del enfoque sociológico tradicional y bastante determinista que hacía énfasis en los “impactos” de la tecnología sobre la sociedad. Es el caso de la sociología de la tecnología elaborada por William F. Ogburn y en particular de su teoría del “retraso cultural”. Al respecto Cutcliffe afirma: “[Ogburn] Estaba interesado sobre todo en el proceso de la invención, que entendía en

---

<sup>88</sup> Del enfoque de sistemas elaborado por Thomas Hughes ya nos hemos ocupado en la primera parte de este trabajo. Como hemos visto arriba, la teoría del actor-red también proviene de la sociología del conocimiento científico.

<sup>89</sup> Cutcliffe, pág. 44.

<sup>90</sup> Eduardo Aibar, “La vida social de las máquinas: orígenes, desarrollo y perspectivas actuales en la sociología de la tecnología”, *Reis*, no. 76 (1996): 141-170, pág. 161.

términos de evolución, y sus impactos en la sociedad, impactos a los que más tarde la sociedad se adaptaba. Cuando las innovaciones tecnológicas superaban la capacidad de adaptarse rápidamente de la sociedad, Ogburn concebía dicha situación como evidencia de lo que él denominó «retraso cultural».<sup>91</sup> Asimismo, se desmarcan de la historiografía convencional que concebía el cambio tecnológico como una historia lineal de desarrollo en la cual inventores geniales creaban o descubrían sucesivamente nuevos aparatos.

Habitualmente se considera que el momento fundacional del constructivismo social de la tecnología tuvo lugar con la publicación de dos importantes obras. La primera de ellas, *The Social Shaping of Technology* fue publicada en 1985 y editada por Donald Mackenzie y Judy Wajcman, ambos provenientes de la nueva sociología de la ciencia. La segunda de ellas, *The social Construction of Technological Systems*, fue publicada en 1987 y editada por el sociólogo de la tecnología Wiebe E. Bijker, el sociólogo de la ciencia Trevor Pinch y el historiador de la tecnología Thomas P. Hughes. Esta obra reúne los trabajos de un encuentro celebrado en la Universidad de Twente en los Países Bajos en 1985. De manera paralela a lo que había sucedido en la sociología del conocimiento científico, este grupo de sociólogos e historiadores se propuso elaborar enfoques más comprensivos sobre la tecnología y el cambio tecnológico. En lo que se ha denominado el “giro hacia la tecnología”, “los sociólogos, siguiendo el ejemplo de SCC [sociología del conocimiento científico] trataron de comprender los modos mediante los cuales la sociedad configuraba y construía la tecnología.”<sup>92</sup>

### 2.3 SCOT

En lo que sigue nos ocuparemos únicamente del enfoque SCOT elaborado por el ingeniero y sociólogo Wiebe E. Bijker y por el sociólogo de la ciencia Trevor Pinch. Estos autores concibieron su programa de investigación como una forma en que la sociología de la ciencia y la sociología de la tecnología podrían beneficiarse mutuamente. A diferencia de la sociología previa y de la historia de la tecnología convencional, SCOT busca mostrar que

---

<sup>91</sup> Cutcliffe, op. cit. pág. 41.

<sup>92</sup> *Ibíd.* pág. 42.

es imposible explicar satisfactoriamente el desarrollo tecnológico como un proceso “autónomo” o resultado de una lógica interna de los artefactos y, en cambio, debe ser comprendido como un proceso social. Esto significa explicar el cambio tecnológico como un proceso configurado por la intervención de varios actores sociales, los cuales interactúan y negocian entre sí. Para lograr tal objetivo, procede conforme a tres etapas equivalentes a las que seguía el EPOR.

La primera etapa consiste en mostrar la *flexibilidad interpretativa* de los artefactos. Esto significa mostrar los distintos significados atribuidos a un mismo artefacto por diferentes grupos sociales relevantes. La flexibilidad interpretativa puede referirse tanto al significado como al diseño de un *artefacto*, puesto que no “existe un solo modo o el mejor modo para diseñar un artefacto.”<sup>93</sup> Lo que define a un *grupo social relevante* es la atribución compartida de un mismo significado a un determinado artefacto. “El requerimiento clave es que todos los miembros de un determinado grupo social compartan el mismo conjunto de significados, vinculados a un artefacto específico.”<sup>94</sup> Instituciones, organizaciones militares e industriales, organizaciones sociales, consumidores, usuarios, opositores, etc., cada uno de ellos puede constituirse como un grupo social relevante siempre y cuando compartan dicha atribución de significado. Además, conforme se identifican y describen los grupos sociales relevantes deben ponerse de manifiesto los conflictos o controversias que existen entre ellos respecto al artefacto.

Bijker sostiene que el reconocimiento mismo de la flexibilidad interpretativa equivale a refutar el “determinismo tecnológico”, interpretado como la afirmación de que el desarrollo tecnológico es autónomo o resultado de una lógica interna de los artefactos. Incluso llega a considerar esto como la “razón de ser” de los estudios sociales de la tecnología:

---

<sup>93</sup> Wiebe E. Bijker y Trevor J. Pinch, “La construcción social de hechos y artefactos: o acerca de cómo la sociología de la ciencia y la sociología de la tecnología pueden beneficiarse mutuamente” en *Actos, actores y artefactos: sociología de la tecnología*, Hernán Thomas, Alfonso Buch [eds.], Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes, 2008, pág. 51.

<sup>94</sup> *Ibíd.* pp. 41-42.

The concept of interpretative flexibility is crucial in countering technical determinism. Indeed, to recognize the interpretative flexibility of artifacts is synonymous with refuting technical determinism. Hence the concept's key role in the social studies of technology: Technical development can be subjected to social analysis only when it can be seen as being not autonomous and not driven by purely internal dynamics. The use of the concept of interpretative flexibility is thus the *raison d'être* of the social studies of technology, the justification for its existence.<sup>95</sup>

La segunda etapa consiste en identificar los *mecanismos de clausura* por los cuales la flexibilidad interpretativa de un artefacto disminuye o desaparece. Un mecanismo de clausura es un arreglo mediante el cual los conflictos y controversias se solucionan o consideran solucionados. Los mecanismos de clausura pueden ser de muy diversa índole: retóricos (persuasión, manipulación, imposición), por redefinición del problema, etc. Mediante los mecanismos de clausura algunos de los posibles significados o diseños de un artefacto quedan limitados o desaparecen, por lo cual se habla de la *estabilización* o *desestabilización* del artefacto. Se considera que un artefacto se estabiliza cuando una determinada configuración del mismo gana aceptación generalizada entre los grupos sociales relevantes y se mantiene a través del tiempo. Por el contrario, un artefacto se desestabiliza cuando una determinada configuración del mismo pierde aceptación y llega incluso a desaparecer. Respecto a esta segunda etapa afirma Bijker:

Aquí los conceptos clave son “clausura” y “estabilización”. Se supone que ambos conceptos describen el resultado del proceso social de construcción. La “estabilización” pone el énfasis en el proceso: un proceso de construcción puede tomar muchos años en los cuales los grados de estabilización se incrementan lentamente hasta el momento de la “clausura”. “Clausura”, un concepto

---

<sup>95</sup> Wiebe Bijker, “Do Not Despair: There Is Life after Constructivism” *Science, Technology, & Human Values* 18, no. 1 (1993): 113-138, pág. 118. [El concepto de flexibilidad interpretativa es crucial para contrarrestar el determinismo técnico. Ciertamente, reconocer la flexibilidad interpretativa de los artefactos es sinónimo de refutar el determinismo técnico. De ahí el papel clave del concepto en los estudios sociales de la tecnología: el desarrollo técnico puede estar sujeto a análisis social sólo si se lo concibe como no autónomo y no impulsado por dinámicas puramente internas. El uso del concepto de flexibilidad interpretativa es por tanto la *raison d'être* de los estudios sociales de la tecnología, la justificación de su existencia.]

proveniente de la sociología del conocimiento científico (SSK), pone el foco en el punto final de un proceso discordante, en el cual los diversos artefactos existieron uno junto al otro.<sup>96</sup>

Como veremos en seguida, la estabilización de un artefacto es un proceso complejo que puede durar muchos años. Durante ese periodo el artefacto puede mostrar distintos *grados de estabilización* o *desestabilización*, de aceptación o rechazo generalizados. Asimismo, los mecanismos de clausura pueden resultar irreversibles o casi irreversibles, es decir, una vez que una determinada configuración de un artefacto se estabiliza, se hace difícil volver atrás y concebirlo de manera distinta. Lo mismo se aplica para algún rasgo en particular del aparato. “It is, in other words, hardly possible to envisage the world as it existed before the closure of the controversy.”<sup>97</sup>

La tercera etapa consiste en vincular los procesos de estabilización y clausura anteriores con su contexto social y político más amplio. Para ello Bijker ha desarrollado el concepto de *marco tecnológico* (*technological frame*) el cual es un “marco de significado” que guía y da forma al desarrollo de un artefacto. “Un *technological frame* estructura las interacciones entre los miembros de un grupo social relevante, y da forma a sus pensamientos y a sus actos.”<sup>98</sup> Un marco tecnológico determina el significado que un grupo social relevante atribuye a un artefacto en particular, pues le provee una especie de “gramática”. Un marco tecnológico provee los problemas centrales en torno a un determinado artefacto, así como las estrategias de resolución que se consideran adecuadas dentro del mismo. Puede estar constituido por una gran variedad de elementos: metas, pensamientos, herramientas, teorías científicas, valores culturales, conocimientos tácitos, prácticas de ingeniería, métodos, criterios de diseño, etc.

De acuerdo con Bijker, el concepto de marco tecnológico permite explicar mejor la manera en que el ambiente social estructura el diseño de un artefacto, por ejemplo cuando

---

<sup>96</sup> Wiebe Bijker, “¿Cómo y por qué es importante la tecnología?”, *Redes* 11 (2005): 19-53, pág. 24.

<sup>97</sup> Wiebe Bijker, “Do Not Despair: There Is Life after Constructivism”, pág. 122. [En otras palabras, apenas es posible concebir el mundo tal como existía antes del cierre de la controversia.]

<sup>98</sup> Wiebe Bijker, “¿Cómo y por qué es importante la tecnología?”, pág. 24.

un grupo social se vuelve dominante en la concepción del mismo, pero también permite entender mejor la manera en que un artefacto estructura su ambiente social, pues un nuevo artefacto puede dar lugar a nuevos marcos tecnológicos. Bijker afirma que este concepto es similar al de *paradigma* de Kuhn, pero que no se aplica sólo a lo cognitivo ni sólo a comunidades científicas, sino que puede extenderse a comunidades no científicas y a comunidades de no ingenieros. “Es similar al concepto kuhniano de paradigma, aunque con una diferencia importante: “*technological frame*” es un concepto aplicable a todo tipo de grupo social relevante, mientras que “paradigma” fue desarrollado exclusivamente para comunidades científicas.”<sup>99</sup> Habitualmente una persona puede pertenecer a más de un grupo social y, por tanto, a más de un marco tecnológico, aunque con un *grado de inclusión* diferente en uno u otro. Un marco tecnológico surge en el momento en que comienzan las interacciones alrededor de un artefacto.

Los conceptos que integran las distintas etapas del modelo SCOT han sido desarrollados por Bijker y Pinch a partir del estudio detallado de casos históricos. A continuación veremos con detenimiento dos de ellos: 1) el desarrollo de la bicicleta moderna y 2) el celuloide y la baquelita. Esto nos permitirá comprender mejor dichos conceptos y completar nuestra exposición. El caso de la bicicleta es especialmente efectivo para refutar la afirmación DT *a*), así como la interpretación AT<sub>1</sub>, pues, por un lado, muestra que el desarrollo tecnológico está compuesto de procesos sociales y no sólo de procesos técnicos —como la continua búsqueda de la eficiencia— y, por otro lado, pone de manifiesto el carácter multilineal del desarrollo tecnológico. A su vez, el caso de la baquelita es especialmente efectivo para desarticular la afirmación DT *b*), pues muestra que lo tecnológico y lo social no pueden comprenderse adecuadamente como dominios claramente separados. En cambio, estos autores prefieren emplear el término “sociotécnico”, es decir, la tecnología y la sociedad como dos caras de una misma moneda.

### **2.3.1 La bicicleta**

---

<sup>99</sup> *Ibidem.*

Respecto a la bicicleta tal como la conocemos hoy en día o “bicicleta segura” (*bicycle Safety*), estos autores han mostrado que su diseño (dos ruedas neumáticas de igual tamaño, tracción trasera, cadena, pedales, piñón fijo) no fue resultado de una evolución lineal ni tampoco hizo aparición como un evento aislado y repentino, como habitualmente se cree.<sup>100</sup> Por el contrario, dicho artefacto atravesó por un proceso de estabilización que duró 19 años (1879-1898). Hacia la década de 1870 en Inglaterra no existía un único modelo de bicicleta, sino varios que competían entre sí y gozaban de distinta popularidad. Uno de ellos era la bicicleta de rueda alta (*high-wheeled bicycle*), posteriormente conocida como *Penny Farthing*. Aunque se trataba de un vehículo de difícil manejo, ello no impidió que por algún tiempo fuera un verdadero éxito comercial que incluso recibió la denominación de *Ordinary*. Por otra parte, esa misma dificultad había dado lugar a variaciones que respondían a los distintos requerimientos de los grupos sociales interesados en el uso de dicho artefacto.

Para comprender mejor dicha variación, Bijker y Pinch identifican los diferentes grupos sociales relevantes, así como la flexibilidad interpretativa asociada a la bicicleta de rueda alta. El primero de ellos corresponde a los hombres jóvenes, hábiles y pudientes que concebían la bicicleta principalmente como un deporte y la usaban para impresionar a las damas. Para ellos se trataba de la “máquina macho”. En segundo lugar se encuentra el grupo social relevante de las mujeres, quienes concebían la bicicleta principalmente como un medio de transporte y cuyo uso no era bien visto por la sociedad de la época. Aquí también se incluyen a los hombres mayores. Para todos ellos la bicicleta de rueda alta significaba la “máquina insegura”. En tercer lugar, se encuentra el grupo de los anticiclistas, quienes se oponían al uso de la bicicleta y llegaban incluso a agredir a los ciclistas. Las distintas controversias y conflictos que cada grupo social relevante tenía en relación con la bicicleta de rueda alta, explica que se diseñaran bicicletas con ruedas cada vez más grandes, o que se introdujera alguna modificación para hacerla más segura, como disminuir el tamaño de las ruedas, hacer retroceder el asiento o llevar la horquilla a una

---

<sup>100</sup> La historia de la bicicleta se cuenta habitualmente como “la evolución de la bicicleta”, la cual (se cree) sigue un camino lineal y sucesivo, pasando desde la bicicleta de pedales, luego por la bicicleta de rueda alta, hasta la bicicleta segura, por citar sólo las tres últimas etapas de dicha “evolución”.

posición menos vertical. Estas modificaciones finalmente daban lugar a modelos diferentes de bicicletas, como la *Xtraordinary* y la de Lawson (bicicleta segura). Al respecto escribe Bijker:

De tal modo no hubo *una* bicicleta con rueda alta. Existió la máquina para *macho* que llevó a nuevos diseños de bicicletas con ruedas frontales aún más altas, y también existió la máquina *insegura* que condujo a nuevos diseños de bicicletas con ruedas frontales más bajas, asientos más atrasados o con ruedas altas y bajas invertidas. De tal modo la flexibilidad interpretativa del artefacto Penny-farthing se materializa en líneas de diseños bastante distintas.<sup>101</sup>

Uno de los mecanismos de clausura en torno a la “controversia por la seguridad” fue de carácter retórico. Bijker y Pinch mencionan que en aquella época se intentó cerrar dicha controversia a través de anuncios publicitarios que persuadían acerca de la seguridad casi absoluta de bicicletas de rueda frontal alta, como la *Facile*, pese a que los ingenieros mismos reconocían la dificultad de su manejo.

Otra controversia surgió en torno a las ruedas neumáticas, las cuales inicialmente fueron interpretadas como una solución al problema de la vibración provocada por las asperezas del suelo, especialmente en las bicicletas de ruedas bajas. Un grupo de ingenieros consideraba que dichas ruedas eran en realidad un modo desagradable de hacer aún más inseguras las ruedas bajas, debido a la dificultad para mantenerlas adecuadamente infladas y por su fácil deslizamiento hacia los costados en caminos lodosos. Por otra parte, el público en general consideraba las ruedas neumáticas un “feo accesorio antiestético” e incluso como un motivo de mofa. Otro grupo social involucrado eran los ciclistas, quienes sin embargo no aceptaban que la vibración fuese un problema y, por ende, no requerían de ruedas neumáticas. El cierre de la controversia sucedió cuando las ruedas neumáticas fueron usadas en las carreras de bicicletas. Aunque en principio este hecho suscitó burlas, pronto quedaron silenciadas debido a la gran velocidad que permitían alcanzar. Poco tiempo después ningún corredor con pretensión de ganar dudó en usarlas. Bijker y Pinch sostienen que aquí se produjo una *clausura por redefinición del problema*. Lo que

---

<sup>101</sup> Pinch, Bijker, “La construcción social de hechos y artefactos”, pág. 55.

inicialmente había sido ideado como una solución al problema de la vibración se convirtió en una solución al problema de “cómo ir lo más rápido posible”, y de este modo dos de los grupos sociales involucrados alcanzaron la clausura:

¿Qué había pasado? Respecto a dos grupos importantes, los deportistas y el público general, la clausura se había alcanzado, pero no convenciéndolos de la posibilidad de usar los neumáticos con aire de acuerdo a su significado como dispositivo antivibratorio. Se podría decir, pensamos, que el significado de los neumáticos con aire fue traducido para constituir una solución a otro problema muy distinto: el problema de cómo ir lo más rápido posible. Y de tal modo, redefiniendo el problema central respecto al cual el artefacto debió significar una solución, la clausura fue alcanzada por dos de los grupos sociales relevantes.<sup>102</sup>

### **2.3.2 El celuloide y la baquelita**

En su estudio del celuloide y de la baquelita Bijker ha mostrado que el desarrollo de estos “artefactos” tampoco puede comprenderse adecuadamente si se lo concibe como un evento aislado y repentino. Por el contrario, ambos artefactos atravesaron por un largo proceso de estabilización que duró varias décadas. Un largo proceso de construcción social en el cual se involucraron las necesidades del mercado, comunidades de químicos, ingenieros, industrias, juicios por patentes, etc., y del que finalmente surgió la primera resina sintética que se considera inauguró la “era del plástico”: la baquelita.<sup>103</sup> Por otra parte, fueron estos casos los que originalmente permitieron a Bijker desarrollar el concepto de marco tecnológico, como veremos a continuación.

Lo que ahora se conoce como celuloide comenzó a ser desarrollado para sustituir resinas naturales como la goma, la gutapercha, el marfil y el caparazón de tortuga, las cuales se empleaban principalmente en la fabricación de artículos de lujo y no siempre estaban disponibles debido a su exotismo y dificultad de obtención. En el caso de la goma, un

---

<sup>102</sup> *Ibíd.* pág. 59.

<sup>103</sup> Aunque Bijker no lo menciona, podríamos decir que, por su parte, el celuloide posteriormente dio inicio a la “era del cine”.

nuevo proceso de vulcanización abrió nuevos mercados para este material y creó, por consiguiente, un aumento de su demanda, pero no así de su oferta. En este contexto Alexander Parkes produjo un material fuerte y brillante que podía ser moldeado a partir de la nitrocelulosa: la *parquesina*. Sin embargo, los artículos hechos con este material se contraían o deformaban después de un tiempo, lo que provocó que muchos de ellos fueran devueltos y, al final, la compañía fundada por Parkes, la *Parkesine Company Inc.*, tuvo que cerrar. Una segunda variante de la nitrocelulosa fue la *xilonita* producida por Daniel Spill, pero no obtuvo más éxito que la *parquesina*. Otra variante fue la *marfilina*, creada también por Spill, que buscaba sustituir el marfil y que encontró un pequeño mercado.

Un tercer intento por encontrar un sustituto adecuado para las resinas naturales fue emprendido por John Wesley Hyatt, quien aunque tampoco tuvo éxito sí logró familiarizarse con el proceso de moldear plásticos bajo presión y calor. Asimismo, esto le permitió darse cuenta de que el problema que presentaban las soluciones líquidas de nitrocelulosa empleadas por Parkes y Spill era que tendían a contraerse durante el proceso de secado, lo que dificultaba que estas mezclas fueran usadas para moldear objetos sólidos. Por tal motivo, Hyatt optó por el uso de una “solución sólida” (*solid solution*), en la que añadía alcanfor como solvente y que se reblandecía con la aplicación de calor y a la que denominó *celuloide*. Aunque los artículos fabricados mediante este procedimiento no eran del todo consistentes, ello no impidió que Hyatt y su hermano fundaran la *Celluloid Manufacturing Company* y concedieran licencias a algunas compañías para la producción de bienes de celuloide.

Para explicar cómo uno de estos plásticos rivales (*marfilina/xilonita* o *celuloide*) devino dominante, Bijker estudia la controversia de patentes en la que Spill y Hyatt se vieron involucrados y en la cual se muestra la flexibilidad interpretativa del artefacto *celuloide*. La cuestión era quién tenía la prioridad por la invención del uso de alcanfor en la producción de un plástico a partir de nitrocelulosa. Spill alegaba que el *celuloide* era una mezcla de nitrocelulosa y alcanfor, preparada ligeramente diferente, pero esencialmente la misma que la *xilonita* o la *marfilina*. Hyatt, por su parte, sostenía que en su método de preparación empleaba una “solución sólida” en lugar de una “solución líquida”. Pero no sólo había

diferencia en la forma en que cada uno de estos químicos conceptualizaba el significado de su plástico, también diferían en cuanto a sus metas. Mientras que Spill buscaba un sustituto para materiales caros como el marfil (marfil-ina), Hyatt buscaba un sustituto para un gran número de productos de calidad consistente. Finalmente el caso cerró a favor de Hyatt, pues el juez alegó que, en su momento, Alexander Parkes ya había cubierto ambas combinaciones de sustancias, lo que anuló el fundamento del litigio. Esto permitió que la *Celluloid Manufacturing Company* tuviera éxito y consolidara su base financiera. De este modo se produjo la paulatina estabilización del celuloide.

El celuloide, sin embargo, no estaba exento de problemas. Su carácter inflamable lo vinculaba con incendios y accidentes, a la vez que lo volvía un motivo de preocupación constante. Esto lleva directamente al estudio de la *baquelita*, *producto de la condensación del fenol-formaldehído*. Bijker sostiene que la reacción de condensación que habría de dar origen a la baquelita fue observada por varios químicos muchos años antes de que Leo Hendrik Baekeland (considerado propiamente su inventor y de quien dicha sustancia toma su nombre) se interesara por ella. Dicha reacción de condensación fue observada por primera vez en 1872 por el químico alemán Adolf Baeyer mientras experimentaba con fenoles. Sin embargo, este químico no estaba interesado en conseguir una resina sintética, sino un nuevo colorante. Por tal motivo, el material resinoso que Baeyer encontró significó para él un simple material de desecho.

Por su parte, el profesor de química en Harvard Arthur Michael también se encontró con la reacción de condensación, pero su investigación estaba orientada sólo al estudio de las resinas naturales y no a encontrar alguna aplicación comercial. Así, pues, junto con la interpretación de Baekeland (de la que nos ocuparemos enseguida) “la flexibilidad interpretativa del producto de la condensación del fenol-formaldehído, considerado como un artefacto en los términos de nuestro modelo descriptivo, conduce a la existencia de tres artefactos distintos: un material plástico en estado embrionario, un colorante potencial en estudio, y un método para el estudio de las resinas naturales.”<sup>104</sup>

---

<sup>104</sup> Wiebe Bijker, “La construcción social de la baquelita” en *Actos, actores y artefactos: sociología de la tecnología*, citado arriba, pág. 72.

Bijker afirma que el escaso interés en producir un plástico sintético pudo deberse al alto precio del formaldehído. Sin embargo, en 1888 el desarrollo de un nuevo proceso catalítico que permitía obtener fácilmente formaldehído no aumentó el interés de la comunidad de químicos en producir plástico sintético. Fue el caso de Werner Kleeberg, Otto Manasse y Leonhard Lederer, cada uno de los cuales desarrolló de manera independiente un proceso para hacer alcoholes fenólicos a partir del formaldehído. Nuevamente se encontraron con materiales resinosos que consideraron un fracaso en su búsqueda de colorantes. Para explicar esto Bijker afirma que el *marco tecnológico* de esta comunidad de químicos impedía que el plástico sintético deviniera una cuestión de interés para ellos. En primer lugar, tenían *metas distintas* de las de la industria del celuloide. En segundo, las *teorías químicas* de su marco tecnológico no podían hacer frente a una sustancia semejante. Del mismo modo, en sus *prácticas* de laboratorio no contaban con técnicas de presión ni de moldeado.

Además de la comunidad anterior de químicos, había otra que estaba realmente interesada en encontrar un material sustituto para el celuloide, el cual —como se ha mencionado previamente— a pesar de su estabilización aún presentaba importantes problemas. Aunado a su inflamabilidad, estaba también el alto precio del alcanfor, así como su inadecuación para aplicaciones técnicas que requirieran altas temperaturas. Sin embargo, esta comunidad, integrada por personajes como Smith, Luft, De Laire, Fayolle y Story, tampoco tuvo éxito en producir un sustituto adecuado para el celuloide. La razón de su fracaso, argumenta Bijker, era que “esta comunidad de químicos tenía un marco tecnológico que, en gran medida, estaba dominado por la experiencia del celuloide.”<sup>105</sup> En primer lugar, su *teoría* química no era más sofisticada que las anteriores; no podía decir nada acerca de la reacción de condensación ni de los detalles de la reacción química. En segundo lugar, su *estrategia* de resolución de problemas se centraba en encontrar un solvente adecuado y barato.

Es en este contexto donde destaca el químico industrial Leo Baekeland. Bijker afirma que este químico trabajaba también en el marco tecnológico del celuloide, pero tenía un

---

<sup>105</sup> *Ibíd.* pág. 76.

grado de inclusión menor en él y, en cambio, tenía un grado de inclusión mayor en otro marco tecnológico, a saber, el de la ingeniería electroquímica. Esto le permitió emplear una estrategia de resolución diferente de la búsqueda de un solvente barato, así como comprender mejor la reacción de condensación del fenol-formaldehído. “Llevó a cabo una investigación larga y sistemática orientada a analizar los distintos factores que estaban en conexión con la reacción. A pesar de que Baeyer había observado la reacción treinta y tres años antes, fue la primera vez que alguien investigaba esto.”<sup>106</sup> Baekeland distinguió tres fases en la reacción y, en consecuencia, pudo detener la reacción entre la primera y la segunda fase, lo que le permitió manipular la masa moldeada antes de que pasara a la fase final, conocida ahora como plástico termoestable. “Solo se contrarresta la producción de productos gaseosos en la reacción de condensación cuando la alta presión es aplicada *al mismo tiempo* que el calor se eleva; de otro modo el producto es poroso y carece de valor para las aplicaciones que requieren su modelado.”<sup>107</sup>

Desde la perspectiva ortodoxa de la historia de la baquelita, las patentes que Baekeland obtuvo en 1907 constituyeron la invención del artefacto baquelita. Sin embargo, sostiene Bijker, en esa primera década del siglo XX aún no existía una innovación exitosa llamada “baquelita”. Hacía falta todavía un largo proceso de estabilización y construcción social. Al inicio, el marco tecnológico de la baquelita estaba integrado únicamente por el grupo social de productores, es decir, los miembros de la empresa fundada por Baekeland, la *Bakelite Corporation*. Sólo con el tiempo el incipiente marco tecnológico fue ganando e incorporando a otros grupos sociales, lo que ocurrió de dos modos: juicios por patentes y enrolamiento de otras industrias. Sólo a partir de juicios en los que Baekeland se vio involucrado después de 1909, el significado de la baquelita se fue haciendo más preciso para el grupo de productores. Al respecto afirma Bijker: “Luego del asentamiento de cada lucha por patentes la parte perdedora devenía en un miembro del grupos social de productores, adquiriendo una posición líder en la *Bakelite Corporation*: métodos y

---

<sup>106</sup> *Ibíd.* pág. 78.

<sup>107</sup> *Ibíd.* pp. 78-79.

conceptos desarrollados por otros químicos fueron incorporados en el marco tecnológico del grupo social de productores.”<sup>108</sup>

Otro momento importante fue la incorporación dos grupos sociales nuevos, la industria de la radio y la industria automotriz. Para la primera, la baquelita era un buen material aislante que podía ser moldeado y servir de soporte para los componentes eléctricos. De hecho, las compañías eléctricas fueron los primeros clientes de la *Bakelite Corporation*. Para la industria automotriz, la baquelita era un material fácilmente moldeable que podía ser usado para producir partes eléctricas aisladas y un material capaz de soportar altas temperaturas. Posteriormente, la baquelita fue empleada también en la fabricación de componentes no eléctricos como manubrios, radiadores, manijas de puertas, etc. “Hacia finales de la década de 1930, a través del enrolamiento inicial de estos dos grupos sociales, la baquelita adquirió, en muchos grupos sociales más, un mayor grado de estabilización”<sup>109</sup> Aunque pensada inicialmente como un material de imitación, la baquelita pronto encontró muchas aplicaciones originales, de tal manera que llegó incluso a ser considerada como “el cuarto reino” de la naturaleza.

Dejaremos aquí la exposición del modelo SCOT, pero volveremos a él luego de ocuparnos de la filosofía política de Langdon Winner. Entonces, a modo de complemento, podremos articular algunos puntos relacionados con este modelo y la política.

#### **2.4 La filosofía política de la tecnología de Langdon Winner**

Uno de los análisis sin duda más importantes acerca del “determinismo tecnológico” y la “autonomía de la tecnología” fue emprendido por el teórico político y filósofo estadounidense Langdon Winner. En su clásica obra *Tecnología autónoma: la técnica incontrolada como objeto del pensamiento político*, este autor explora los diversos avatares que la idea o imagen de la tecnología autónoma ha adoptado a lo largo del tiempo y, llega a la conclusión de que en realidad se trata de “una obsesión permanente del pensamiento

---

<sup>108</sup> *Ibíd.* pág. 86.

<sup>109</sup> *Ibíd.* pág. 88.

moderno.”<sup>110</sup> Sin embargo, lejos de tratarse de una idea genuinamente moderna, señala que esta preocupación es tan antigua como el mito de Prometeo moldeando a la especie humana del barro, o bien el Génesis bíblico donde el ser humano aparece descrito por primera vez como un “artefacto autónomo de los dioses”.<sup>111</sup>

Esta idea tan recurrente en el pensamiento occidental tiene para Winner el mérito de plantear una serie de cuestiones importantes. En primer lugar, la “autonomía de la tecnología” pone en cuestión la capacidad del ser humano para comprender y controlar completamente sus propias creaciones técnicas, así como la suposición de que las tecnologías son herramientas neutrales. En segundo lugar, esta idea ha sido capaz de suscitar múltiples interrogantes que apuntan, en definitiva, a la cuestión de la autonomía humana en un mundo tecnológico: “Los distintos rumbos del desarrollo tecnológico, ¿son libre y deliberadamente elegidos o, por el contrario, son producto del determinismo, la necesidad, la inercia o cualquier otro mecanismo histórico? ¿En qué medida la inteligencia activa del hombre, su albedrío moral y político y su capacidad de control son auténticos determinantes del progreso técnico y social?”<sup>112</sup>

Winner se adentra en la vasta literatura sobre tecnología autónoma con el objetivo de encontrar elementos teóricos que le permitan establecer una noción razonable de lo que a menudo trata de expresarse mediante el “determinismo tecnológico” y la “autonomía de la tecnología”. De acuerdo con su análisis, existen al menos dos sentidos relevantes en que la tecnología puede considerarse autónoma, ambos relacionados con la falta de control o lo que denomina *cambio-tecnológico-incontrolado*.<sup>113</sup> El primero de ellos es lo que denomina *fluctuación tecnológica (technological drift)*, noción que reconoce una parte significativa

---

<sup>110</sup> Langdon Winner, *Tecnología autónoma: la técnica incontrolada como objeto del pensamiento político*, [versión castellana de Ramón Font Segura y Alberto Cardin Garay], Barcelona; México: Gustavo Gili, 1979, pág. 301. Al respecto véase el primer capítulo de este trabajo.

<sup>111</sup> *Ibíd.* pág. 40.

<sup>112</sup> *Ibíd.* pág. 61.

<sup>113</sup> Entre todos los autores que cita y comenta, Winner se basa principalmente en Jacques Ellul para elaborar su concepción de la “autonomía de la tecnología”, y aunque señala importantes deficiencias en las ideas de Ellul, reconoce el alcance de su planteamiento.

de agencia humana, pero asimismo el carácter imprevisible y determinista que puede llegar a adquirir un proceso tecnológico deliberadamente impulsado. De este modo, Winner se aleja de la idea de que la lógica interna de la tecnología determina el cambio social, pero también del “voluntarismo”, según el cual son los fines humanos los que determinan por completo el cambio tecnológico. Winner señala que lo que caracteriza al moderno desarrollo tecnológico es una especie de “determinismo voluntario”.

La noción de *fluctuación tecnológica* hace énfasis en la imprevisibilidad e imposibilidad de control en el cambio tecnológico. Los hombres eligen y ponen en marcha procesos de transformación tecnológica del mundo que van siempre más allá de los fines primarios y conscientemente planeados, es decir, siempre hay efectos secundarios que nadie eligió ni controló, efectos que son absolutamente imprevisibles. Para ilustrar esto, Winner recurre al caso de los Skolt y el trineo motorizado en Finlandia.<sup>114</sup> Tras la adopción del trineo motorizado para el pastoreo de renos, la sociedad de los Skolt pasó de ser una sociedad muy igualitaria a una sociedad sumamente desigual y jerárquica. La introducción consciente de esa nueva tecnología trajo consigo cambios importantes e inesperados a los que tuvieron que adaptarse los Skolt. Respecto al estudio de Pertti J. Pelto, de quien Winner toma la referencia, escribe: “En su estudio queda perfectamente sugerida la diferencia crucial entre *elecciones* propiamente dichas y *respuestas de adaptación* a las condiciones aportadas por un nuevo orden.”<sup>115</sup> Así, en consonancia con el pensamiento de Marx, concluye Winner que el ser humano crea su mundo, tanto como éste lo crea a él.

Por otra parte, Winner se encuentra lejos de sostener que la imprevisibilidad e imposibilidad de control sean rasgos exclusivos de la acción técnica en el mundo. Antes bien, se trata de una nota distintiva de toda acción humana. Además, a lo largo de la historia del pensamiento occidental han sido tantos los pensadores que han llamado la atención acerca de la imprevisibilidad e incontrolabilidad de las acciones que, según Winner, podrían constituir una tradición antidominio. De acuerdo con esta tradición, que podría

---

<sup>114</sup> Véase *Ibíd.*, pp. 91-93.

<sup>115</sup> *Ibíd.*

incluir a Solón, Heráclito, Empédocles, Epicteto, Maquiavelo, Marco Aurelio, Sartre, Arendt, Nietzsche:

Consideradas globalmente, esta clase de ideas vienen a ser una tradición contraria al sueño del dominio. En esta tradición, el mundo no es algo que pueda manipularse o manejarse con gran seguridad. La apremiante necesidad de control debe acabar inevitablemente con la frustración o la derrota. Las formulaciones extremas de esta índole sostienen que, en última instancia el universo es dominado por el azar, el caos, el sino, la fortuna o algún otro principio cuyo funcionamiento convierte todos los esfuerzos humanos en un ejercicio de inútil arrogancia.<sup>116</sup>

De este modo, la autonomía de la tecnología “pone de manifiesto el fracaso del sueño de dominio, al mostrar que ha fallado en la práctica”<sup>117</sup>, pero de igual modo pone en cuestión la idea de racionalidad tecnológica predominante en el siglo XX, a saber, la racionalidad entendida como eficiencia, como adecuación de los medios a los fines. No puede haber adecuación perfecta entre medios y fines, puesto que los medios técnicos siempre resultan más productivos que los fines propuestos inicialmente:

La incertidumbre e imposibilidad de control de los resultados de la acción se presenta como un problema esencial a toda planificación tecnológica. Si se desconoce toda la amplitud de resultados que pueden obtenerse de una innovación, entonces la idea de racionalidad técnica —la adecuación entre medios y fines— se vuelve totalmente problemática. Los medios son mucho más productivos de lo que requieren nuestras limitadas intenciones a su respecto. Los medios producen resultados que ni se esperaban ni fueron elegidos, y los produce con la misma seguridad que si se tratara de objetivos deliberados.<sup>118</sup>

---

<sup>116</sup> *Ibíd.* pp. 98-99.

<sup>117</sup> *Ibíd.* pág. 34.

<sup>118</sup> *Ibíd.* pp. 100-101.

El segundo sentido relevante que Winner identifica para la “autonomía de la tecnología” se refiere a lo que denomina *teoría de la política tecnológica*, según la cual los modernos sistemas tecnológicos, debido a su gran tamaño, complejidad e interconexión, imponen el cumplimiento de determinados *imperativos tecnológicos* y de continuos procesos de *adaptación inversa* que progresivamente reestructuran sus entornos. “La teoría de la política tecnológica hace hincapié en el ímpetu de los sistemas sociotécnicos a gran escala, en la respuesta de las sociedades modernas a determinados imperativos tecnológicos y en la manera en que los objetivos humanos son poderosamente transformados a medida que se adaptan a los medios técnicos.”<sup>119</sup> Por un lado, los grandes sistemas tecnológicos<sup>120</sup> — como los sistemas de transporte, electricidad, comunicación, agricultura, producción, etc.— requieren para su adecuado funcionamiento del cumplimiento de ciertas condiciones materiales y procedimientos operativos. La gente no es libre de “usar” dichos sistemas como le plazca, sino que debe adaptarse al orden, la disciplina y la organización que éstos exigen. Asimismo, los aparatos requieren de una técnica específica, lo que a su vez requiere de una organización social particular: “El aparato necesita casi siempre una técnica refinada: un tipo de actividad humana muy estudiada y cuidada que garantice su correcto funcionamiento. En la gran mayoría de casos, empero, tanto el aparato como la técnica requieren la presencia de una organización social racionalmente estructurada.”<sup>121</sup>

Por otra parte, a medida que los sistemas tecnológicos entran en funcionamiento y aumenta su magnitud, complejidad e interconexión, se hace cada vez más difícil controlarlos. Los objetivos, propósitos, necesidades y decisiones que inicialmente los pusieron en marcha intervienen cada vez menos en su dirección y control. En cambio,

---

<sup>119</sup> Langdon Winner, *La ballena y el reactor: una búsqueda de los límites en la era de la alta tecnología*, [tr. Elizabeth B. Casals], Barcelona: Gedisa, 1987, pp. 37-38.

<sup>120</sup> Aquí es importante notar que Winner entiende “sistema tecnológico” como “sistema sociotécnico”. Al respecto afirma: “Recordemos que, cuando empleo aquí el término sistema, a lo que estoy haciendo referencia es a amplios agregados socio-técnicos en los que los seres humanos actúan, piensan y tienen una presencia plena.” *Tecnología autónoma*, pp. 238-239.

<sup>121</sup> *Ibíd.* pág. 199. Winner señala que otro importante tipo de *adaptación inversa* mucho más sutil ocurre cuando la gente incorpora de modo obsesivo a su pensamiento y conducta valores como la eficiencia, velocidad, medición exacta, productividad y mejora técnica. Al respecto véase *Ibíd.* pág. 226.

prevalecen los requerimientos técnicos y necesidades internas del sistema, los cuales se vuelven cada vez más independientes de los fines y necesidades humanas. De este modo, los “sistemas técnicos quedan separados de los fines que originalmente se les habían asignado y, efectivamente, se reprograman ellos y sus entornos para adaptarse a las condiciones especiales de su propio funcionamiento. El esclavo artificial subvierte paulatinamente el dominio de su amo.”<sup>122</sup> A través de un constante proceso de *adaptación inversa*, los fines humanos tienen que adaptarse a los medios técnicos disponibles, y no al revés, como establece la noción habitual de racionalidad tecnológica.

La concepción tradicional según la cual la sociedad y sus instituciones políticas disponen de una serie de sistemas tecnológicos que pueden “utilizar” consciente y deliberadamente para el cumplimiento de sus objetivos sociales, así como establecer libremente en todo momento sus fines, se vuelve así una mera ilusión. Desde el punto de vista de la teoría tecnológica la situación es muy diferente:

Desde el punto de vista de la perspectiva tecnológica, en cambio, los sistemas megatécnicos tienen imperativos operativos concretos y propios, que deben ser cumplidos. La sociedad se encuentra a disposición de dichos sistemas para la satisfacción de sus requerimientos. Sus condiciones de tamaño, complejidad y mutua interdependencia les otorgan una rigidez y una inercia difíciles de superar. Más que obedecer las órdenes generadas desde las instancias políticas o sociales, dichos sistemas producen demandas que, o bien son obedecidas por la sociedad o abocan a ésta al desastre. Comparadas con estos imperativos —la necesidad de control de suministros, distribución y todas aquellas circunstancias que afectan a sus operaciones, por parte del sistema— las necesidades inmediatas y expresas de la sociedad parecen meros caprichos. Con frecuencia, por tanto, los requerimientos operativos del sistema implican un control efectivo sobre aquellas instancias que anteriormente ejercían el control.<sup>123</sup>

---

<sup>122</sup> *Tecnología autónoma*, pp. 223-224.

<sup>123</sup> *Ibid.* pág. 248. Nótese que Winner hace referencia también a una especie de “inercia”.

Winner emplea la expresión “teoría de la política tecnológica” porque en este orden de cosas gobernar se convierte en la tarea de asegurar el cumplimiento de las necesidades internas y los requerimientos técnicos de los grandes sistemas tecnológicos que se han vuelto cada vez más predominantes. Con tal etiqueta Winner quiere destacar que “el dominio de las circunstancias tecnológicas en la era moderna sustituye de hecho a los demás modos de construir, mantener, elegir, actuar e influir hasta ahora considerados como específicamente políticos.”<sup>124</sup>

Winner ilustra su teoría de la política tecnológica con el caso de la Unión Soviética y su fracaso para cumplir los objetivos de una sociedad comunista. Identifica dos tipos de valores perseguidos por la Unión Soviética. Por un lado, los fines sociales y económicos propios de cualquier nación industrializada: alto nivel de empleo, alta tasa de crecimiento, creciente suministro de bienes y servicios, alto estándar de vida. Estos son los *finés de mantenimiento tecnológico del Estado*. Por otro lado, se encuentran los fines originales del socialismo revolucionario: abolición de la estructura de clases, participación y control obrero de los asuntos económicos y del Estado, construcción de la verdadera sociedad comunista. Winner afirma que estos dos tipos de valores resultaron incompatibles debido a los imperativos tecnológicos que exigían los sistemas tecnológicos de gran escala (provenientes del capitalismo) adoptados por la Unión Soviética:

Juzgada de acuerdo con los objetivos del mantenimiento técnico del Estado — productividad, eficiencia, crecimiento económico, provisión de bienes y servicios, seguridad militar, etc.— la ejecutoria del régimen muestra una continua mejora, un verdadero éxito, de hecho. Pero, si hemos de medir dicho progreso de acuerdo con los objetivos de la tradición revolucionaria —abolición de la estructura de clases, institucionalización de un verdadero control obrero orientado a la construcción de un orden social comunista—, el fracaso de la Unión Soviética es evidente.<sup>125</sup>

---

<sup>124</sup> *Ibíd.* pág. 234.

<sup>125</sup> *Ibíd.* pág. 268.

A grandes rasgos, estos son los dos sentidos más interesantes y problemáticos que, según Winner, puede adoptar una concepción razonable de lo que a menudo intenta expresarse mediante el “determinismo tecnológico” y en especial la “autonomía de la tecnología”. Tanto la noción de *fluctuación tecnológica* como la *teoría de la política tecnológica* —relacionadas fundamentalmente con el sentido de *cambio-tecnológico-incontrolado*— están de acuerdo con las interpretaciones AT2 y AT3 que hemos propuesto para la tesis de la Autonomía de la Tecnología, relacionadas con cierta imprevisibilidad esencial o con cierta inercia que adquieren los sistemas sociotécnicos a medida que evolucionan. Asimismo, ambas concepciones ponen de manifiesto el potencial que tienen ciertas tecnologías para modificar sustancialmente las formas o *modos de vida* de las personas, ya sea de forma imprevisible o como adaptación inversa.

Esto último ha llevado a Winner a desarrollar la idea de que las tecnologías que “usamos” constituyen en realidad *modos de vida*. “Las tecnologías, más que *usarlas*, las *vivimos*.”<sup>126</sup> Esto no significa que nunca hagamos propiamente “uso” de las tecnologías; lo que sucede en realidad es que las tecnologías han pasado a formar parte de la sustancia misma del mundo moderno, al grado de que la vida actual sería casi impensable sin ellas. Al respecto escribe Winner: “Es cierto que «usamos» los teléfonos, los automóviles, la luz eléctrica y los ordenadores en el sentido convencional de tomarlos y luego dejarlos. Mas nuestro mundo pronto se convierte en un sistema en el cual la telefonía, los automóviles, la luz eléctrica y los ordenadores son formas de vida en el sentido más poderoso: la vida sería casi impensable sin ellos.”<sup>127</sup>

Lejos de ser meros instrumentos neutrales en pasiva espera de ser usados para bien o para mal, las tecnologías imponen un contenido específico al espacio vital donde son implementadas, que además es previo a cualquier uso. *Por sí mismas* las tecnologías pueden favorecer ciertos fines o destruir otros. Esta enorme capacidad para imprimir orden y organización en el mundo y en la sociedad lleva a Winner plantear que la tecnología tiene una dimensión clara, profunda e inherentemente política: es “en este carácter formativo

---

<sup>126</sup> *Ibíd.* pág. 201.

<sup>127</sup> *La ballena y el reactor*, pág. 27.

donde la tecnología abandona su pretendida neutralidad para convertirse en un asunto claramente político.”<sup>128</sup> Se trata de algo que ya hemos empezado a entrever con la teoría de la política tecnológica, pero que Winner se ha interesado en desarrollar ampliamente. Lo cito en extenso:

Los objetos que denominamos “tecnologías” constituyen maneras de construir orden en nuestro mundo. Muchos artefactos y sistemas técnicos que son importantes en la vida cotidiana contienen posibilidades para ordenar la actividad humana de maneras muy diversas. En forma consciente o inconsciente, deliberada o involuntariamente, las sociedades eligen estructuras tecnológicas que influyen en la forma de trabajar de la gente, en su forma de comunicarse, de viajar, de consumir, etcétera, durante mucho tiempo. [...] En ese sentido las innovaciones tecnológicas son similares a los decretos legislativos o las fundaciones políticas que establecen un patrón para el orden público que perdurará por muchas generaciones. Por esta razón, la misma atención que prestamos a las reglas, los roles y las relaciones en la política también debemos prestar a cosas tales como la construcción de carreteras, la creación de redes televisivas y la confección de rasgos aparentemente insignificantes en nuevas máquinas. Los temas que dividen o unen a las personas en la sociedad se resuelven no sólo en las instituciones y prácticas de la política propiamente dicha, sino también, en forma no tan obvia, en arreglos tangibles de acero y hormigón, cables y semiconductores, tuercas y tornillos.<sup>129</sup>

Dentro de las discusiones actuales sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad, Langdon Winner ha pasado a ser particularmente famoso debido a este planteamiento de que la tecnología constituye un fenómeno *inherentemente político*. Para comprender su radicalidad hay que tener presente que no está simplemente realizando aserciones triviales como que el tipo de tecnología desarrollado por tal o cual sociedad depende del tipo de régimen político establecido en ella, o que los artefactos tecnológicos pueden ser usados para la dominación o sometimiento de unos grupos sociales sobre otros. En esos casos la

---

<sup>128</sup> *Tecnología autónoma*, pág. 222.

<sup>129</sup> *La ballena y el reactor*, pág. 45.

tecnología puede ser considerada como algo que *requiere una legislación*, normas o regulaciones. En cambio, lo que Winner sostiene es que la tecnología *es legislación* ya de por sí.

Se trata de una cuestión que Winner analiza detalladamente en su igualmente célebre ensayo *¿Tienen política los artefactos?* Desde su perspectiva existen básicamente dos formas en que los artefactos pueden contener propiedades políticas. La primera es aquella en que la invención de un artefacto —máquina, instrumento—, disposición material o sistema tecnológico establece un patrón particular de organización social y política. Uno de los casos más conocidos en el ámbito de la arquitectura se refiere a los puentes bajos de Long Island en Nueva York. Winner nos cuenta cómo el arquitecto Robert Moses diseñó y construyó estos puentes tan bajos con el objetivo de impedir que los camiones del transporte público llegaran a Long Island. De este modo, los usuarios habituales del transporte público, gente pobre y negros, quedaban excluidos de los parques y playas de Long Island, reservadas para la gente rica y blanca. En este caso encontramos una intención política clara por parte del arquitecto, sin embargo, existen otros tipos de disposiciones materiales que pueden tener consecuencias importantes sin que exista una clara intención de exclusión. Winner menciona que durante los años setenta las personas discapacitadas de Estados Unidos denunciaron numerosas veces la forma en que el diseño de autobuses, calles y edificios los excluía sistemáticamente de la vida pública.

Winner cita otro caso en el que una innovación tecnológica se llevó a cabo con un propósito político. El caso proviene de la historia de la mecanización industrial en Estados Unidos durante el siglo XIX y se refiere a la introducción de máquinas moldeadoras en una fábrica de cosechadoras Cyrus McCormick en Chicago. Aparentemente la innovación se realizó con el objetivo de modernizar la planta y aumentar la eficiencia a través de la mecanización, sin embargo, la eficiencia de estas máquinas no estaba probada y además eran altamente costosas. En realidad, detrás de esta innovación se encontraba el propósito de dismantelar el sindicato metalúrgico con el que Cyrus McCormick II se hallaba en conflicto desde hacía tiempo. Las nuevas máquinas simplificaron de tal manera el trabajo que podía ser realizado por los obreros menos cualificados, de modo que los obreros más

cualificados —los mismos que habían organizado el sindicato local— finalmente fueron despedidos. Tanto este caso como el de los puentes de Moses constituyen para Winner casos representativos del modo en que los artefactos y las disposiciones materiales, previamente a cualquiera de sus posibles usos, incrementan el poder, la autoridad y el privilegio de unos sobre otros. Asimismo, Winner se vale de ellos para mostrar que el cambio tecnológico no siempre está motivado por la búsqueda de una mayor eficiencia. Al respecto nos previene de la siguiente manera: “Si suponemos que las nuevas tecnologías se introducen para lograr una mayor eficiencia, la historia de la tecnología demuestra que a veces saldremos desilusionados. El cambio tecnológico expresa una gran cantidad de motivos humanos, muchos de los cuales es el deseo de algunos de ejercer dominio sobre otros aunque se requiere un sacrificio ocasional de ahorro de costos y alguna violación del patrón común de tratar de obtener más con menos.”<sup>130</sup>

La segunda forma que Winner analiza es aquella en que la tecnología requiere necesariamente de una organización social y política específica para su funcionamiento. Esta segunda forma es la que describe propiamente como inherentemente política pues, si los casos arriba mencionados mostraban cierta flexibilidad, ahora se trata de artefactos y disposiciones inflexibles y rígidas. “De acuerdo con este punto de vista, la adopción de un sistema técnico dado, inevitablemente trae consigo condiciones para las relaciones humanas que tienen un tinte político característico: por ejemplo, centralizado o descentralizado, igualitario o no igualitario, represivo o liberador.”<sup>131</sup> Winner menciona el caso de quienes sostienen que los sistemas de energía nuclear requieren de una forma autoritaria y jerárquica para su gobierno. Una versión débil de este argumento expresa que ciertas tecnologías son fuertemente compatibles con una organización social y política determinada. Por ejemplo quienes afirman que la energía solar es más compatible con una forma democrática de gobierno, pues permite el establecimiento de centrales de energía a pequeña escala y distribuidas ampliamente. Esto a su vez permitiría a las comunidades locales una mayor autonomía en el control de sus asuntos.

---

<sup>130</sup> *Ibíd.* pág. 40.

<sup>131</sup> *Ibíd.* pág. 46.

A medida que empezamos a ser conscientes de las variadas formas en que las elecciones técnicas o instrumentales son en realidad “elecciones acerca de la forma de la vida social y política que construye una sociedad, elecciones acerca de la clase de personas que queremos ser”<sup>132</sup>, Winner nos exhorta una y otra vez a prestar mayor atención no sólo a los usos, sino también a los fines y diseños de los artefactos, disposiciones materiales o sistemas tecnológicos; pero no con el mero objetivo de enriquecer nuestra comprensión de la tecnología, sino con el firme propósito de retomar nuestro papel de agentes y de ejercer (tal vez por primera vez en la historia) un mayor control sobre nuestras condiciones de vida.

Hasta ahora hemos visto las diferentes formas en que, según Winner, puede afirmarse con cierta justificación que la tecnología es autónoma en el sentido de *cambio-tecnológico-incontrolado*. Con el doble propósito de recapitular y avanzar en nuestro análisis, podemos hacer la siguiente pregunta: ¿de dónde proviene la incontrolabilidad de la tecnología? Winner sostiene que la “incontrolabilidad” de la tecnología está relacionada, por un lado, con la falta de control referida a una imprevisibilidad absoluta y, por otro, con la dificultad de control asociada a la mayor o menor flexibilidad que presentan las distintas tecnologías en lo que respecta a su uso y diseño. No obstante, existe otra fuente de “incontrolabilidad” en la que debemos ahondar. Me refiero a la que tal vez sea la noción clave que permite comprender gran parte de la labor intelectual y política de Langdon Winner: el sonambulismo tecnológico.

Con la noción de *sonambulismo tecnológico* Winner se refiere a que los seres humanos han abdicado de su función como agentes en relación con el cambio tecnológico. Los ciudadanos del mundo moderno han dejado que el desarrollo tecnológico fluya o fluctúe sin mayor control, han pasado a ser meros espectadores y consumidores que muestran una actitud extremadamente pasiva ante todo lo tecnológico. Para él esta noción de sonambulismo tecnológico es mucho más reveladora que la de “determinismo tecnológico”: “Según mi punto de vista, una noción más reveladora es la de sonambulismo tecnológico. El interesante problema de nuestros tiempos es que caminamos dormidos voluntariamente a

---

<sup>132</sup> *Ibíd.* pág. 69.

través del proceso de reconstrucción de las condiciones de la existencia humana.”<sup>133</sup> En este sentido es claro que la “autonomía de la tecnología” encuentra su fundamento en una disminución de nuestra autonomía, de la capacidad para gobernar nuestros propios asuntos.

Los ciudadanos del mundo moderno se han limitado a aceptar el papel de sujetos experimentales en el inmenso proceso de transformación tecnológica de la existencia. Esto no significa que nadie haya tomado decisiones en absoluto durante el proceso. Antes bien, lo que Winner señala es que hasta ahora los criterios predominantes para aceptar o rechazar una determinada innovación han sido los de la eficiencia, el beneficio económico, el grado de contaminación, el posible vínculo con enfermedades, etc., pero se han descuidado las implicaciones sociales y políticas. Así, bajo la convicción del carácter meramente neutral e instrumental de la tecnología, va creándose un nuevo orden sin que apenas tengamos conciencia de ello. Winner lo expresa de la siguiente manera:

Lo fascinante de este proceso es que las sociedades involucradas han alterado con rapidez algunos términos fundamentales de la vida humana sin aparentemente haberlo hecho. Se han producido grandes transformaciones en la estructura de nuestro mundo común sin tener en cuenta lo que implicaban dichas alteraciones. Se han emitido juicios acerca de la tecnología desde un sólo punto de vista: si un nuevo elemento satisface una necesidad en particular, funciona mejor que su predecesor, produce beneficios o proporciona un servicio conveniente. Sólo más tarde se aclara el significado más amplio de la elección, típicamente en la forma de “efectos secundarios” o “consecuencias secundarias”. Sin embargo, pareciera que es característico de la relación de nuestra cultura con la tecnología el hecho de que rara vez estamos inclinados a examinar, discutir o juzgar inminentes cambios con amplia y plena conciencia de lo que éstos implican.<sup>134</sup>

Esta renuencia a examinar los fundamentos y alcances más amplios de las elecciones tecnológicas se debe en buena medida, sostiene Winner, a la enorme influencia que la idea

---

<sup>133</sup> *Ibíd.* pág. 26.

<sup>134</sup> *Ibíd.* pp. 25-26.

habitual de progreso ha ejercido desde hace varios siglos, aquella concepción según la cual “los únicos medios confiables para el mejoramiento de la condición humana provienen de las nuevas máquinas, técnicas y sustancias químicas.”<sup>135</sup>

El cambio tecnológico en el mundo moderno ha tendido a seguir una dinámica ajena a toda idea de “cambio razonado”, “innovación prudente”, “elección consciente”, “planificación presidida”. Semejantes modelos de cambio —como el propuesto por Rousseau en el siglo XVIII<sup>136</sup> o los de los utopistas del siglo XIX— han quedado arrumbados en el desván de la consciencia, allí donde deambulan las ideas obsoletas y deslucidas, mismas que a menudo tienen la desfachatez de mirar por la ventana tan sólo para constatar nuestra ruina inminente. Sin embargo, Winner defiende que una sociedad que realmente desee dirigir su propia evolución y desarrollo debe enfrentarse con cautela a las posibilidades tecnológicas. “Dado que la innovación tecnológica está inextricablemente unida a los procesos de reconocimiento social, cualquier sociedad que desee controlar su propia evolución estructural debe enfrentarse a cada grupo significativo de posibilidades tecnológicas con sumo cuidado.”<sup>137</sup>

De esta manera, Winner nos propone “un proceso de cambio tecnológico disciplinado por la sabiduría política de la democracia”<sup>138</sup> y nos exhorta constantemente a preguntarnos por la clase de mundo que estamos construyendo a medida que ponemos en funcionamiento un sistema tecnológico determinado. La pregunta fundamental no es “¿qué tecnología necesitamos?”, sino “¿cómo queremos vivir?”. Esto no significa que debamos tratar de controlar todos los aspectos de nuestra existencia, empresa absurda, puesto que no es posible controlar todas las variables que la determinan. Tampoco quiere decir que

---

<sup>135</sup> *Ibíd.* pág. 21.

<sup>136</sup> Winner se refiere al modelo de cambio propuesto por Rousseau (en un contexto no tecnológico) de la siguiente manera: “El sueño de Rousseau para el mundo moderno era el que preveía la creación de comunidades relativamente pequeñas y autosuficientes de ciudadanos libres e iguales, en las cuales prevalecían las consideraciones del bien común. No hace falta decir que éste no fue un sueño destinado a realizarse en la práctica histórica.” *Tecnología autónoma*, pág. 130.

<sup>137</sup> *La ballena y el reactor*, pág. 72.

<sup>138</sup> *Ibíd.* pág. 73.

absolutamente todas las tecnologías sean igualmente problemáticas o que entrañen cambios sustanciales. Habrá algunas que sean inocuas o tengan sólo consecuencias triviales para nuestra forma de vida. Respecto al significado de este proceso Winner afirma:

Esto significa que prestemos atención no sólo a la fabricación de instrumentos y procesos físicos, aunque por supuesto esto sigue siendo importante, sino también a la producción de condiciones psicológicas, sociales y políticas como parte de cualquier cambio técnico significativo. ¿Vamos a diseñar y construir circunstancias que aumenten las posibilidades de crecimiento de la libertad humana, de la sociabilidad, inteligencia, creatividad y autogobierno? O ¿nos dirigimos en una dirección completamente diferente?<sup>139</sup>

De lo que se trata, en definitiva, es de diseñar y construir formas tecnológicas que, en la medida de lo posible, sean compatibles con los valores de la autonomía, la justicia social, la democracia y otros fines políticos clave. Sin embargo, esta evaluación y control críticos de la constitución técnica de la sociedad sólo pueden llevarse a cabo si, por un lado, se crean instituciones sociales que posibiliten un diálogo y debate abiertos acerca del cambio tecnológico y, por otro, si se presta especial atención a la etapa de diseño cuando las tecnologías toman forma. Es en dicha etapa “cuando deben oírse nuestros mejores propósitos.”<sup>140</sup> A modo de resumen, Winner expresa:

Enfrentados con cualquier propuesta de un nuevo sistema tecnológico, los ciudadanos o sus representantes examinarán el contrato social que implicaría la construcción de ese sistema en una forma determinada. Preguntarían: ¿Cómo se adaptan las condiciones propuestas a nuestro criterio de quiénes somos y cómo queremos que sea esta sociedad? ¿Quién adquiere y quién pierde poder en el cambio propuesto? Las condiciones producidas por el cambio, ¿son compatibles con la igualdad, la justicia social y el bien común? Nutrir este proceso requeriría fundar instituciones en las cuales los reclamos de la experiencia técnica y los de la ciudadanía democrática se encontraran cara a cara con cierta regularidad.

---

<sup>139</sup> Ibíd. pág. 34.

<sup>140</sup> Ibíd. pág. 75.

Aquí se llevarían a cabo las deliberaciones cruciales, y se revelaría la sustancia de los argumentos e intereses de cada persona. La hasta ahora oculta importancia de las elecciones tecnológicas se convertiría en materia de estudio y debates explícitos.<sup>141</sup>

## 2.5 De vuelta a SCOT y al ámbito político

Los casos de la bicicleta y la baquelita que hemos analizado más arriba tal vez sean los más representativos del modelo SCOT, pero no son los únicos. Desde que fue propuesto en los años ochenta, este enfoque ha sido aplicado al estudio de una gran variedad de tecnologías. Paralelamente, SCOT no ha permanecido libre de críticas ni tampoco inmutable, por el contrario, se ha ido ampliando y afinando. El concepto de “marco tecnológico” fue de hecho desarrollado por Bijker como un complemento crucial para el modelo inicial de SCOT, especialmente en lo que se refiere al vínculo entre un artefacto y su contexto social más amplio. Ahora bien, por lo que respecta a las críticas que se han hecho a SCOT, podemos mencionar las siguientes: que se trata de un modelo muy formulista, como si fuera una receta que debe ser obedecida estrictamente; que se enfoca demasiado en la etapa de diseño de los artefactos y presta poca atención a los usuarios; que no siempre es fácil identificar a los grupos sociales relevantes y que existen grupos sociales marginales que no entran en consideración; que es indiferente respecto a las relaciones de poder entre los diferentes grupos sociales; que debido a su carácter marcadamente descriptivo, SCOT no permite un posicionamiento moral ni político respecto al desarrollo tecnológico, que no se preocupa de las consecuencias sociales y políticas de las elecciones técnicas ni del significado de la tecnología para la vida humana.<sup>142</sup>

Para los fines de nuestra investigación aquí nos ocuparemos solamente de la cuestión relacionada con el poder y la política, y seguiremos en ello las críticas dirigidas por Langdon Winner al constructivismo social de la tecnología. Aunque este autor presentó sus

---

<sup>141</sup> *Ibíd.* pp. 73-74.

<sup>142</sup> Seguimos aquí a Trevor Pinch, “La construcción social de la tecnología: una revisión” en *Innovación tecnológica y procesos culturales: nuevas perspectivas teóricas*, María Josefa Santos, Rodrigo Díaz, (comp.), México, D.F.: Fondo de Cultura Económica, 1997. En este artículo Pinch responde brevemente a dichas críticas.

críticas en 1993 y, en la actualidad, algunas de ellas ya no se sostienen del todo, será de gran utilidad detenernos en un par de ellas. En primer lugar, Winner reconoce la importancia del trabajo emprendido por los estudiosos de SCOT, su rigor conceptual y su interés por lo concreto, lo valioso que es conseguir descripciones y explicaciones detalladas de las dinámicas del cambio tecnológico. Asimismo, destaca el que este enfoque haya mostrado que la innovación tecnológica es un proceso complejo, no lineal y contingente, en el que se iluminan las elecciones y alternativas. Sin embargo, les atribuye una estrechez de miras en lo que respecta a otras “cuestiones importantes sobre la tecnología y la experiencia humana, cuestiones candentes en otras aproximaciones teóricas.”<sup>143</sup>

Por ejemplo, SCOT permite explicar cómo surge y toma forma la tecnología a través de procesos sociales, cómo un artefacto o diseño paulatinamente se estabiliza, pero no se interesa por las consecuencias sociales y políticas más amplias de dicha estabilización. Se ocupa más de los orígenes que de las consecuencias de las elecciones tecnológicas. “Qué ha supuesto la introducción de nuevos artefactos para la conciencia de la gente, para la textura de las comunidades humanas, para la calidad de su vida cotidiana y para la distribución general del poder en la sociedad no son asuntos de interés explícito.”<sup>144</sup> Y aunque se ocupa de los orígenes, se trata sólo de los más inmediatos. Es decir, no llega al punto de explorar las condiciones sociales aún más profundas que podrían estar determinando las elecciones sobre la tecnología; como hacen, por ejemplo, los marxistas cuando recurren al fenómeno de las clases sociales para estudiar las condiciones sociales que subyacen a la producción de tecnología.

Los constructivistas sociales parecen conformarse con descripciones y explicaciones detalladas del cambio tecnológico, pues no ofrecen una postura moral, evaluativa o principio político específicos. No se pronuncian sobre las grandes cuestiones de la tecnología y el bienestar humano. Sus ambiciones parecen ser estrictamente académicas,

---

<sup>143</sup> Langdon Winner, “Constructivismo social. Abriendo la caja negra y encontrándola vacía” en *Sociología de la ciencia y la tecnología*, J. Manuel Iranzo *et al* (eds.), [tr. J. Rubén Blanco *et al*], Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1994, pág. 310.

<sup>144</sup> *Ibíd.* pág. 311.

esterilizadas de cualquier postura crítica que pudiera contribuir al debate sobre los fines y principios que rigen o deberían regir el desarrollo tecnológico. “A diferencia de las investigaciones de las generaciones previas de pensadores sociales críticos, el constructivismo social no ofrece una postura sólida ni sistemática, ni un núcleo de intereses morales desde el cual criticar u oponerse a ningún modelo concreto de desarrollo técnico. Ni exhibe deseo alguno de trascender sus elaboradas descripciones, interpretaciones y explicaciones para discutir qué se debería hacer.”<sup>145</sup>

Por otra parte, Winner afirma que los constructivistas sociales cometen la falacia del hombre de paja en relación con el “determinismo tecnológico”. Los constructivistas identifican sin más al “determinismo tecnológico” con la “autonomía de la tecnología”, pero al hacerlo así pasan por alto aspectos importantes de la discusión. Sin embargo, para este autor “el determinismo no es un punto central en versiones más sutiles de la “tecnología autónoma”.”<sup>146</sup> Como vimos en el primer capítulo, la “autonomía de la tecnología” tiene otras interpretaciones además de la de desarrollo tecnológico regido por una lógica interna o autogenerado. Al respecto escribe Winner:

En esta situación, las cuestiones interesantes no tienen nada que ver con ninguna propiedad presuntamente auto-generativa de la tecnología moderna; tienen más relación con las ironías, frecuentemente dolorosas, de la elección técnica. Aunque los constructivistas sociales son investigadores diligentes, no siempre parecen ser lectores cuidadosos. Así, simplemente pasan por alto aspectos de la discusión filosófica sobre la tecnología autónoma que no se adaptan a su hombre de paja conceptual favorito: el determinismo tecnológico.<sup>147</sup>

Como hemos visto previamente, para Winner la cuestión clave no consiste simplemente en averiguar cómo se construye la tecnología, sino en cómo podría ser reconstruida una

---

<sup>145</sup> *Ibíd.* pág. 315.

<sup>146</sup> *Ibíd.* pág. 313.

<sup>147</sup> *Ibídem.*

sociedad centrada en la tecnología de tal modo que resulte compatible con los fines de la democracia, la libertad y la justicia.

A lo largo de sus años de desarrollo, SCOT se ha ido modificando y ha encontrado respuestas a críticas como las anteriores. Pinch y Bijker sostienen, por ejemplo, que la atención inicial centrada en el análisis y descripción de los procesos que configuran la tecnología formaba parte de una “reorientación estratégica” hacia los artefactos y alejada de la teoría social. Parece que en la época en que SCOT fue formulado había demasiada teoría social sobre tecnología, pero muy pocos estudios empíricos detallados sobre la manera en que la sociedad desempeñaba un papel para darle forma. Ahora que se cuenta con muchos estudios de caso, continúa Pinch, dicha reorientación ya no resulta tan crucial. No hay nada en el modelo SCOT que impida el estudio de las relaciones de poder entre los diferentes grupos sociales.<sup>148</sup> En ese mismo sentido se expresa Bijker cuando afirma: “By the end of the 1970s, an increasing need was felt for a more empirical and theoretical foundation of the critical STS research and teaching. Seen in this perspective, the science and technology studies of the 1980s are an academic detour to collect ammunition for the struggles with political, scientific, and technological authorities.”<sup>149</sup>

Ahora bien, ¿de qué manera puede contribuir SCOT a la formulación de una postura evaluativa o política? Para responder a tal interrogante, Bijker afirma que, en primer término, es necesario avanzar del análisis de los “artefactos” al análisis de lo que él denomina “ensambles sociotécnicos” (*sociotechnical ensembles*). El concepto de *ensamble sociotécnico* es similar al de “sistema tecnológico” elaborado por Thomas Hughes, pero se diferencia de él en dos aspectos importantes. En primer lugar, el concepto de “ensamble” es menos restrictivo que el de “sistema”, pues permite un mayor rango de aproximaciones

---

<sup>148</sup> Al respecto, Pinch señala su propio trabajo sobre la construcción social del auto rural en Estados Unidos, donde se muestra la flexibilidad interpretativa de dicho artefacto en relación con las relaciones de género entre granjeros y granjeras. Véase “La construcción social de la tecnología: una revisión”, pp. 33-35.

<sup>149</sup> Wiebe Bijker, “Do Not Despair: There Is Life after Constructivism”, pág. 116. [A finales de los años setenta, se sentía una creciente necesidad de una base más empírica y teórica de la investigación y la enseñanza críticas de los STS. Visto desde esta perspectiva, los estudios sobre ciencia y tecnología de los años ochenta son un rodeo académico para recolectar municiones para las luchas con las autoridades políticas, científicas y tecnológicas.]

conceptuales. La segunda diferencia tiene que ver con lo “tecnológico” y lo “sociotécnico”. De acuerdo con Bijker, la metáfora del “tejido sin costuras” en Hughes se refiere a la importancia que tienen los factores no-técnicos en la comprensión del desarrollo tecnológico, mientras que con “sociotécnico”, Bijker quiere significar la imposibilidad de distinguir *a priori*, y sin importar el contexto, entre elementos técnicos y elementos sociales, o de otro tipo. Lo sociotécnico no es meramente una combinación de elementos sociales y técnicos, sino algo *sui generis*. No existe lo puramente técnico ni lo puramente social. “The technical is socially constructed, and the social is technically constructed —all stable ensembles are bound together as much by the technical as by the social.”<sup>150</sup> Así, la sociedad no es determinada por la tecnología ni la tecnología es determinada por la sociedad; ambas emergen como dos caras de una misma moneda sociotécnica durante el proceso de construcción de artefactos, hechos, y grupos sociales relevantes.

Para comprender mejor esto, Bijker analiza el caso del desarrollo de la “lámpara fluorescente”. Dicha lámpara fue presentada en 1938 por *General Electric* como una lámpara de color, pero de gran eficiencia. Bijker muestra la flexibilidad interpretativa. Para *General Electric* significaba “lámpara de color”, mientras que para los productores de energía eléctrica significaba “lámpara de alta eficiencia”. Éstos temían que dicho artefacto se tradujera en una disminución del consumo eléctrico y que, consiguientemente, sus ganancias mermaran. La clausura de esta controversia se logró a través de un acuerdo entre ambos grupos sociales relevantes, por el cual se comprometieron a desarrollar una “lámpara de alta intensidad”, la lámpara fluorescente que finalmente se estabilizó. En este proceso de estabilización, según Bijker, resulta imposible distinguir claramente entre un elemento técnico y un elemento social (político, económico, cultural). Más aún, este caso conduce al estudio de las patentes, la organización empresarial, las regulaciones estatales, la economía de la innovación y la sociedad durante la guerra. Al respecto Bijker afirma: “The ‘stuff’ of the fluorescent lamp’s invention is economics and politics as much as electricity and fluorescence. Let us call this ‘stuff’ sociotechnology. The relations that play a role in, for

---

<sup>150</sup> *Ibíd.* pág. 125. [Lo técnico es socialmente construido y lo social es técnicamente construido —todos los ensambles estables están unidos tanto por lo técnico como por lo social.]

example, the development of the fluorescent lamp are thus neither purely social nor purely technical —they are sociotechnical.”<sup>151</sup>

Una vez que la unidad de análisis ha pasado del “artefacto” al “ensamble sociotécnico” es posible abordar cuestiones más generales sobre la sociedad y la cultura. Bijker afirma que vivimos en una cultura tecnológica y que, por tanto, tenemos la responsabilidad no sólo de comprenderla, sino también de politizarla y democratizarla, es decir, hacer explícitas las dimensiones políticas de la ciencia y la tecnología, así como ponerlas en la agenda pública de la deliberación política. Para Bijker, la *perspectiva constructivista* es crucial para llevar a cabo dicha tarea. La perspectiva constructivista de la ciencia y la tecnología —como opuesta a la concepción *standard*—, permite mostrar que los hechos, artefactos y ensambles sociotécnicos se conforman mediante procesos sociales y, por consiguiente, pueden ser configurados y reconfigurados a lo largo de todas sus etapas de desarrollo. “Demonstrating the interpretative flexibility of an artifact makes clear that the stabilization of an artifact is a social process, and hence subject to choices, interests, and value judgements —in short, to politics.”<sup>152</sup> De igual modo, al enfatizar la maleabilidad y las alternativas del cambio tecnológico, esta perspectiva puede servir para sacar a la superficie los diferentes intereses y valores que subyacen al desarrollo de la tecnología. “The deconstructive capacity of recent work can be effectively used to show interpretative flexibility, to suggest alternative technological choices, to debunk the sociotechnical ensembles constructed by the powerful.”<sup>153</sup>

---

<sup>151</sup> Wiebe Bijker, “How Is Technology Made? That Is the Question!” *Cambridge Journal of Economics* 34, no. 1 (2010): 63-76, pág. 67. [La 'tela' de la invención de la lámpara fluorescente es tanto economía y política como electricidad y fluorescencia. Llamemos a esta 'tela' la sociotecnología. Las relaciones que juegan un papel en el desarrollo de la lámpara fluorescente, por ejemplo, no son por tanto ni puramente sociales ni puramente técnicas —son sociotécnicas.]

<sup>152</sup> Wiebe Bijker, “Understanding Technological Culture through a Constructivist View of Science, Technology, and Society” en *Visions of STS. Counterpoints in science, technology, and society studies*, C. Mitcham y S.H. Cutcliffe (eds.), Albany, NY: State University of New York Press, pág. 27. [La demostración de la flexibilidad interpretativa de un artefacto deja claro que la estabilización de un artefacto es un proceso social y está, por tanto, sujeto a elecciones, intereses y juicios de valor —en suma, a la política.]

<sup>153</sup> Wiebe Bijker, “Do Not Despair: There Is Life after Constructivism”, pág. 130. [La capacidad deconstructiva del trabajo reciente puede ser usada eficazmente para mostrar la flexibilidad interpretativa,

Sin embargo, reconocer la maleabilidad y flexibilidad del cambio tecnológico no implica olvidarse de la solidez, del *momentum*, de la rigidez e inflexibilidad (*obduracy*) que pueden llegar a adquirir los artefactos y ensambles sociotécnicos. Siguiendo una terminología introducida por Pieter Vermaas, podríamos afirmar que dicha inflexibilidad puede provenir tanto de condiciones físicas y técnicas restrictivas como de condiciones contextuales. Así, algo puede ser deseable socialmente, mas ser física o tecnológicamente imposible; algo puede ser física o tecnológicamente posible, pero no ser viable o deseable socialmente. En el primer caso, se trata de *condiciones físico-técnicas de frontera*, mientras que en el segundo se trata de *condiciones contextuales de frontera*.<sup>154</sup> En este sentido, Bijker afirma que a medida que determinados grupos sociales intervienen e invierten en el proceso de desarrollo y estabilización de cierta tecnología, el significado de ésta también se fija, por lo cual resulta difícil modificarla posteriormente. Se trata en este caso de una restricción contextual, pues tal modificación deviene socialmente inviable. “The groups have, in building up the technological frame, invested so much into the key technology that this technology's meaning becomes fixed —it cannot be changed easily, and it forms part of an enduring network of practices, theories, and social institutions.”<sup>155</sup>

Por último, la perspectiva constructivista tiene el mérito de estimular la participación ciudadana en la deliberación política sobre el cambio tecnológico, pues reconoce que cada grupo social relevante posee una pericia (*expertise*) técnica particular. En ese sentido, Bijker afirma que es necesario dejar de hablar en términos de “expertos” y “no expertos”, pues todos somos expertos en una forma específica. Esto no significa que el conocimiento de los científicos o tecnólogos no sea relevante, sino que en los proyectos científicos o tecnológicos deben tomarse en consideración muchos otros aspectos de los que

---

sugerir decisiones tecnológicas alternativas, desacreditar los conjuntos sociotécnicos construidos por los poderosos.]

<sup>154</sup> Para una comprensión detallada de esta terminología véase el capítulo 6 de *A Philosophy of technology: from technical artefacts to sociotechnical systems*, Pieter Vermaas et al, Morgan & Claypool, 2011, pp. 95-99.

<sup>155</sup> Wiebe Bijker, “Understanding Technological Culture through a Constructivist View of Science, Technology, and Society”, pág. 28. [En el desarrollo del marco tecnológico, los grupos han invertido tanto en la tecnología clave que el significado de la misma se vuelve fijo —no puede ser modificado fácilmente y forma parte de una red perdurable de prácticas, teorías e instituciones sociales.]

habitualmente se cree. “For those aspects, others are experts and need to be involved, and they need to be involved *in the whole design process* in as early a stage as possible.”<sup>156</sup>

## 2.6 Conclusión

En este capítulo hemos visto que la concepción *standard* o tradicional de la ciencia y la tecnología se ha modificado radicalmente debido a la aparición de novedosos programas de investigación que han enriquecido nuestra comprensión histórica y sociológica de dichos ámbitos. Entre ellos destaca particularmente el enfoque del constructivismo social de la tecnología (SCOT). Este enfoque nos ha permitido refutar por completo las afirmaciones DT *a*) y DT *b*) que integran el Determinismo Tecnológico, así como la interpretación AT1 de la tesis de la Autonomía de la Tecnología.<sup>157</sup> Es decir, la búsqueda de la eficiencia no es *el factor más importante* que interviene en el desarrollo tecnológico. Antes bien, el cambio tecnológico está constituido por una gran variedad de procesos sociales (políticos, económicos, culturales) que le otorgan un carácter complejo, contingente y multidireccional. De igual modo, la tecnología y la sociedad no son dos elementos claramente separados, sino que constituyen un ámbito al que es más adecuado referirse como “sociotécnico”. No existe lo puramente tecnológico ni lo puramente social.

Por su parte, la filosofía política de Langdon Winner ha enriquecido nuestra comprensión filosófica de las interpretaciones AT2 y AT3 de la tesis de la Autonomía de la Tecnología. Al igual que hicimos en el primer capítulo, este autor destaca la “incontrolabilidad” de la tecnología referida ya sea a una imprevisibilidad absoluta o una dificultad de control u orientación asociada a cierta inflexibilidad que presentan algunas tecnologías en lo que respecta a su uso y diseño. Además, señala otra fuente aun más básica de “incontrolabilidad”, a saber, el *sonambulismo tecnológico*. Asimismo, Winner sostiene que, debido a su enorme capacidad para ordenar y configurar el mundo en que vivimos, las tecnologías constituyen en realidad *modos de vida*. A su vez, esto hace de la tecnología un

---

<sup>156</sup> *Ibíd.* pág. 32. [Para aquellos aspectos, otros son expertos y necesitan ser involucrados, y necesitan ser involucrados en el proceso completo de diseño en la etapa más temprana posible.]

<sup>157</sup> Al respecto véase la conclusión del primer capítulo.

fenómeno *inherentemente político*. Las elecciones tecnológicas son al mismo tiempo elecciones sobre el tipo de sociedad en que deseamos vivir y la clase de personas que queremos ser.

Sin embargo, al mismo tiempo que hace énfasis en la “autonomía de la tecnología” entendida como *cambio-tecnológico-incontrolado*, el planteamiento de Winner nos proporciona elementos teóricos y prácticos para hacer frente a dicha “incontrolabilidad”. Por ejemplo, buscar formas tecnológicas que sean compatibles con los valores de la libertad, la justicia y la democracia. En esto coincide la perspectiva del constructivismo social de la tecnología, la cual puede contribuir también a la politización y democratización de la cultura tecnológica. Por ejemplo, incluyendo a más actores sociales en las decisiones relacionadas con el desarrollo tecnológico. Así, pues, tanto Winner como SCOT aportan elementos valiosos para hacer frente a la “incontrolabilidad” del cambio sociotécnico mediante un proceso de control democrático.

## Tercer capítulo

### El control democrático de la tecnología

Hasta ahora hemos desarticulado las afirmaciones que integran la tesis del Determinismo Tecnológico (DT *a*) y DT *b*), así como la interpretación AT1 de la tesis de la Autonomía de la Tecnología. Asimismo, hemos reconocido que las interpretaciones más problemáticas de esta última tesis, AT2 y AT3, están relacionadas con cierta incontrolabilidad asociada ya sea a una imprevisibilidad esencial o a la rigidez e inflexibilidad que presentan los sistemas sociotécnicos a medida que evolucionan e involucran cada vez más recursos materiales y humanos. El objetivo de este capítulo final es continuar con la crítica de estas restantes interpretaciones de AT.

Por tal motivo, y en concordancia con los dos grandes ejes críticos trazados en el capítulo anterior (el sociológico-histórico y el filosófico-político), revisaremos el enfoque de Evaluación Constructiva de Tecnologías (*Constructive Technology Assessment*), así como la teoría crítica de la tecnología elaborada por Andrew Feenberg. En particular nos interesa sostener que una cierta conjunción complementaria de ambos enfoques, favorecida por su común aspiración democrática y antitecnocrática, ofrece una posibilidad teórica y empírica de hacer frente a la Autonomía de la Tecnología, en sus interpretaciones AT2 y AT3.

Por un lado, el enfoque de Evaluación Constructiva de Tecnologías (CTA, por sus siglas en inglés), además de basarse directamente en modelos constructivistas como SCOT, desarrolla experimentos sociales y espacios de negociación concretos para que los grupos sociales relevantes puedan encontrarse regularmente cara a cara, y en ese sentido, ofrece la posibilidad de hacer explícitos un mayor número de intereses, necesidades, valores y potencialidades presentes, excluidas u omitidas en el proceso de desarrollo tecnológico. De esta manera, CTA contribuye a superar el *sonambulismo tecnológico* diagnosticado por Langdon Winner, pues busca estimular la participación y autonomía de los ciudadanos en la discusión del cambio tecnológico. Por otro lado, la teoría crítica de la tecnología de Feenberg, además de basarse en ciertos *insights* provenientes de enfoques constructivistas y

de teorías *sustantivistas* en filosofía de la tecnología, reconoce plenamente la dimensión política de la tecnología. Más aún, Feenberg nos provee de un criterio fundamental para orientar o redirigir el cambio tecnológico.

Las propuestas democráticas de ambos enfoques convergen en la recuperación de la agencia humana y destacan la cuestión del **diseño tecnológico** para hacer frente a la Autonomía de la Tecnología, en sus interpretaciones AT2 y AT3. CTA desarrolla una nueva práctica de diseño tecnológico a través de los conceptos de *diseño amplio* y *diseño reflexivo*, los cuales implican ampliar el rango de intereses y valores que intervienen en el cambio tecnológico mediante la inclusión de un mayor número de actores sociales. Desde esta perspectiva, los efectos secundarios se construyen socialmente a medida que las tecnologías toman forma y se estabilizan. Asimismo, los mecanismos concretos propuestos por CTA muestran la posibilidad de influir positivamente en el establecimiento o la reorientación de la trayectoria de ciertos sistemas sociotécnicos. De este modo, CTA se constituye no sólo como una novedosa práctica de diseño, sino también como una forma real de controlar la tecnología. Por su parte, la teoría crítica de Andrew Feenberg explora la posibilidad de ampliar el rango de necesidades, intereses y valores que informan los sistemas sociotécnicos a través de lo que denomina “racionalización democrática”. Con tal propósito, desarrolla lo que podemos denominar el concepto de *diseño crítico*, el cual implica superar la racionalidad tecnológica predominante mediante la modificación del “código técnico” del capitalismo.

Finalmente, puede afirmarse que en general tanto el enfoque de CTA como la teoría crítica de Feenberg se mueven dentro de los confines de lo prescriptivo, prospectivo y valorativo. Sin embargo, mientras que el primero posee un carácter marcadamente *reformista*, el segundo representa una propuesta de corte *transformador* o anti-sistémica.<sup>158</sup> Es decir, mientras que CTA tiende a buscar reformas en distintos ámbitos mediados técnicamente dentro del marco de la racionalidad tecnológica predominante, la propuesta de

---

<sup>158</sup> Seguimos aquí la clasificación de José Luis Luján y Luis Moreno, “El cambio tecnológico en las ciencias sociales: el estado de la cuestión” *Reis: Revista española de investigaciones sociológicas*, no 74, (1996): pp. 127-161.

Feenberg apunta a un cambio civilizatorio radical. En ese sentido, aunque muchas de las prácticas propuestas por CTA resultan compatibles con la hegemonía capitalista imperante, ello no impide que sirvan como complemento a lo que Feenberg denomina “democratización profunda”.

### **3.1 ¿Controlar la tecnología?**

A medida que la tecnología ha devenido un componente cada vez más definitorio y explícito del mundo moderno, particularmente desde los siglos XVIII y XIX, se ha presentado también cada vez más a la conciencia humana como un elemento de manipulación y control deliberados. Esta manipulación y control, sin embargo, ha tendido a adoptar dos formas más o menos contrapuestas de dirigir (o intentar dirigir) el cambio tecnológico. La primera de ellas corresponde a una orientación de carácter *tecnocrático*, llevada a cabo por científicos, ingenieros o expertos, y la segunda a una orientación de carácter *democrático*, abierta a la participación de un mayor número de actores sociales. Ambas formas pueden rastrearse en diferentes momentos o épocas de la historia, partiendo desde utopistas como Henri de Saint-Simon, el movimiento luddita y el marxismo, hasta la ingeniería social y los movimientos de tecnología alternativa en el siglo XX. Cada uno de estos movimientos, impulsado por razones diferentes y desde concepciones filosóficas distintas, ha intentado regular, controlar u orientar un aspecto u otro de la tecnología.

La tensión que subyace a ambas orientaciones, empero, se ha hecho especialmente evidente a partir de la segunda mitad del siglo XX, debido a un cuestionamiento radical del *modelo tecnocrático* proveniente de los movimientos estudiantiles y ecologistas principalmente. Al poner de manifiesto los numerosos problemas políticos, sociales y ambientales vinculados al desarrollo de nuevas tecnologías, dichos movimientos contribuyeron a que el modelo tecnocrático entrara en una profunda crisis. Una crisis que se refleja, por ejemplo, en lo que Andrew Feenberg ha denominado “el dilema del desarrollo”, según el cual dos de los valores más apreciados por las sociedades modernas, a saber, la prosperidad material y el progreso de la libertad humana resultan mutuamente excluyentes. Ello debido a que la prosperidad material y económica requiere de un sistema de organización complejo y eficiente que se encuentra más allá del control y la comprensión

de los ciudadanos comunes. Dilema que apunta, en definitiva, a una contradicción entre la participación igualitaria de los ciudadanos en una democracia y el papel que desempeñan en ella los expertos. Al respecto señala Feenberg: “*La reconciliación de la igualdad y la eficiencia en el Estado democrático es la Utopía moderna por excelencia, en ningún otro lugar tan completamente realizada. La dificultad reside en la contradicción entre conocimiento experto y participación, los dos fundamentos del sistema.*”<sup>159</sup>

Una profunda crisis que ha encontrado expresión, asimismo, en el campo de la Evaluación de Tecnologías (*Technological Assessment*) y en la elaboración de políticas científico-tecnológicas. En este caso, una serie de novedosos enfoques de evaluación tecnológica, surgidos a partir de los años ochenta, han reclamado una participación más amplia de actores sociales en la evaluación de nuevas tecnologías, así como mayor atención a un conjunto de cuestiones a menudo desatendidas por los economistas, como los costos sociales y ambientales. Por un lado, al poner en cuestión tanto la naturaleza del conocimiento experto como la legitimidad de las decisiones que se derivan del mismo, estos enfoques pueden ser interpretados como un intento de superar “el dilema del desarrollo”.<sup>160</sup> Por otro lado, en tanto reclaman una participación más amplia de actores sociales en la evaluación y control de nuevas tecnologías, pueden ser interpretados igualmente como una manera de hacer frente a la Autonomía de la Tecnología comprendida como AT2 y AT3.

Dentro de estas nuevas formas de evaluación nos interesa destacar especialmente el enfoque de Evaluación Constructiva de Tecnologías, el cual hace referencia a un amplio conjunto de novedosas prácticas de evaluación desarrolladas en lugares como Dinamarca y los Países Bajos, las cuales persiguen como objetivo fundamental la anticipación de los posibles efectos o impactos adversos a través la ampliación de los procesos de diseño e implementación de tecnologías. Dicha ampliación busca llevarse a cabo mediante una serie

---

<sup>159</sup> Andrew Feenberg, *Transformar la tecnología: una nueva visita a la teoría crítica*, [tr. Claudio Daniel Alfaraz et al.] Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes, 2012, pág. 211, el énfasis es del autor.

<sup>160</sup> Sergio F. Martínez y Edna Suárez, *Ciencia y tecnología en sociedad: el cambio tecnológico con miras a una sociedad democrática*, México: UNAM: Limusa, 2008, pág. 129.

de mecanismos y estrategias que permitan generar experiencias y aprendizajes sociales, los cuales finalmente puedan ser incorporados en el proceso de toma de decisiones relacionado con el cambio tecnológico. Dicha ampliación del proceso de diseño es la que le otorga a este enfoque su promisorio carácter democrático. Al respecto, Sergio Martínez afirma: “El desarrollo de la CTA, pues, constituye uno de los proyectos más prometedores para entender y promover procesos más democráticos en el diseño, implementación, desarrollo y evaluación de proyectos tecnológicos.”<sup>161</sup>

Sin embargo, antes de pasar a ocuparnos detalladamente del enfoque CTA y con el objetivo de adquirir una mejor comprensión y apreciación del mismo, es necesario señalar brevemente algunos puntos generales en relación con la denominada Evaluación de tecnologías *tecnocrática*, debido a que CTA se forjó en buena medida como respuesta a las limitaciones de ésta.

### **3.2 Evaluación tecnocrática de tecnologías**

La Evaluación de tecnologías *estándar*, *tradicional* o *tecnocrática* apareció inicialmente en Estados Unidos en el contexto de la carrera armamentista y los movimientos ecologistas. Debido a la necesidad del gobierno de contar con información precisa y objetiva acerca de los nuevos proyectos tecnológicos y sus posibles *impactos* o *efectos secundarios*, el congreso norteamericano impulsó en 1972 la creación de la Oficina de Evaluación de Tecnologías (*Office of Technology Assessment*, OTA). La misión de esta agencia gubernamental consistía en llevar a cabo estudios sobre posibles impactos negativos de tecnologías específicas, así como elaborar *avisos tempranos* e informes con recomendaciones concretas sobre los posibles cursos de acción política. Respecto al carácter general de las evaluaciones llevadas a cabo por la OTA, David y Ruth Elliott señalan lo siguiente: “En líneas generales las evaluaciones se relacionan con el efecto de las nuevas tecnologías o productos tanto en el medio ambiente físico como en el social. Es decir, que toman en cuenta los efectos en las condiciones de trabajo y de vida, en el

---

<sup>161</sup> *Ibíd.* pág. 125.

bienestar y en la salud y también toman en consideración la contaminación, la utilización de los recursos, etc.”<sup>162</sup>

En relación con los presupuestos fundamentales en que se basaba este tipo de evaluación hay que hacer un par de observaciones. En primer lugar, se apoyaba en una comprensión bastante determinista del desarrollo tecnológico, según la cual la tecnología posee una lógica interna propia frente a cuyo despliegue inevitable lo mejor que se puede hacer es tratar de anticipar sus impactos negativos. (De acuerdo con nuestra clasificación, se trata de la tesis DT *a*) y AT1). Desde esta perspectiva, pues, la tecnología aparecía como algo completamente separado de sus efectos. Algo que es patente también en la existencia e institucionalización de *agencias de promoción*, por un lado, y *agencias de regulación* de tecnologías, por el otro. En el caso de Estados Unidos, por ejemplo, durante los años 60 y 70 existía la Comisión de Energía Atómica, cuyas funciones fueron repartidas posteriormente entre el Departamento de Energía, encargado de la promoción, y la Comisión de Regulación Nuclear, encargada a su vez de la regulación. Esto es lo que Arie Rip y Johan Schot denominan “régimen de dos vías” (*two-track regime*).

En segundo lugar, hay que señalar que la Evaluación de Tecnologías se concebía fundamentalmente como una disciplina científica, por lo cual se recurría exclusivamente a la opinión de técnicos especializados y expertos para la elaboración de sus estudios y prospecciones. Desde tal perspectiva *expertocrática*, la participación del público se interpretaba simplemente como una cuestión de “alfabetización” o “popularización” en temas de ciencia y tecnología. Además, se partía de la idea de que es posible contar con información científica y tecnológica que fuera objetiva, neutral e independiente de cualquier tipo de consideraciones valorativas ajenas a las esferas técnicas de desarrollo. De esta manera, la labor de evaluación tecnológica se convertía en una actividad puramente científica y desinteresada, reservada a los especialistas y, en consecuencia, completamente separada de cuestiones políticas o normativas.

---

<sup>162</sup> David y Ruth Elliott, *El control popular de la tecnología*, [tr. Carlos Gómez González] Barcelona: Editorial Gustavo Gili, c1980, pág. 189.

La OTA fue clausurada en 1995 luego de 23 años en funcionamiento, no sin antes haber inspirado la creación de agencias similares en otras partes del mundo. No obstante, ya antes de que esta agencia pusiera fin a sus actividades, comenzó a resquebrajarse lo que ahora podemos denominar el *paradigma clásico* o *estándar* de evaluación de tecnologías. De acuerdo con Eduardo Aibar y José Antonio Díaz, ya desde los primeros congresos internacionales de evaluación tecnológica celebrados durante los años 70, se plantearon importantes críticas a dicho modelo que apuntaban hacia una nueva orientación. Entre los factores que pueden explicar el fracaso del *paradigma clásico* se encuentran los siguientes: (i) el fracaso de los métodos de prospección científica, que a menudo proporcionaban predicciones bastante alejadas de las consecuencias reales del desarrollo tecnológico; (ii) la falta de aceptación pública de los resultados e informes generados, así como una creciente desconfianza hacia su presunta objetividad y cientificidad; (iii) la escasa influencia real de las evaluaciones en las políticas científico-tecnológicas, lo cual contravenía uno de los propósitos originarios de la evaluación tecnológica.<sup>163</sup>

Asimismo, de entre las críticas dirigidas al *modelo tecnocrático* que contribuyeron a su crisis podemos destacar dos. La primera relacionada con el “desmoronamiento del mito de su objetividad”, es decir, la imposibilidad de distinguir clara y distintamente entre “hechos técnicos” y “valoraciones sociales” e, igualmente, entre componentes técnicos y componentes políticos. Contrariamente a lo que se suponía, en la práctica real se había demostrado que los procesos de evaluación de impactos no estaban libres de ambigüedades y se encontraban abiertos a debates políticos. Al respecto, Eduardo Aibar y Antonio Díaz afirman:

La incertidumbre insuperable —fruto de la complejidad de los sistemas tecnológicos— respecto a las consecuencias de la tecnología, hace que necesariamente se hayan de tomar decisiones políticas. En los debates subsecuentes se involucran, en muchas ocasiones, marcos interpretativos

---

<sup>163</sup> Seguimos en esto a Eduard Aibar y José Antonio Díaz, “Dos décadas de evaluación de tecnologías: del enfoque tecnocrático al diseño actual” *Sistema: Revista de ciencias sociales*, no 123, (1994), pp. 95-113, pág. 99. Este artículo presenta una revisión detallada sobre el surgimiento, la metodología y las limitaciones de la evaluación de tecnologías estándar, así como un panorama general sobre los nuevos enfoques.

distintos, en los cuales, a su vez, hechos y valores no pueden distinguirse tajantemente. Es un hecho conocido que los comités de consejeros científicos (expertos) raras veces restringen sus deliberaciones a cuestiones puramente técnicas.<sup>164</sup>

La segunda crítica tiene que ver con el rol político que la Evaluación de Tecnologías *tradicional* de hecho cumplía. Como mantienen Aibar y Díaz, en lugar de propiciar debates públicos en torno a los problemas sociales relacionados con la ciencia y la tecnología, la Evaluación de Tecnologías *estándar* había servido para legitimar las decisiones gubernamentales respecto a desarrollos tecnológicos en curso. “Si bien, la influencia de la ET estándar en la reorientación del desarrollo tecnológico ha sido prácticamente nula, ha jugado, sin embargo, un papel *legitimador*, en gran medida, de la política tecnológica gubernamental.”<sup>165</sup>

Lo que ahora se conoce como el *nuevo paradigma* en Evaluación de Tecnologías, y al que CTA pertenece, comenzó a formarse a partir de las evidentes limitaciones y deficiencias del *modelo tecnocrático*, al mismo tiempo, además, que una renovada comprensión de la ciencia y tecnología iba emergiendo de los nuevos estudios sociales. En general, puede afirmarse que el nuevo paradigma se caracteriza especialmente por su fuerte *componente democratizador*. La evaluación de tecnologías deja de concebirse como una disciplina científica reservada exclusivamente a los denominados “expertos”, y enfocada primordialmente en la anticipación de impactos o efectos secundarios. La evaluación de tecnologías se amplía en varios sentidos. En primer lugar, se pretende incluir a un mayor número de actores sociales y, en segundo, se busca extender la evaluación o valoración a las distintas etapas del proceso de desarrollo tecnológico.

Por otra parte, al desterrarse por completo el mito de su objetividad y cientificidad, se reconoce su dimensión política. De esto modo, la evaluación de tecnologías se orienta menos a la elaboración de informes que a la promoción de debates públicos en torno a

---

<sup>164</sup> *Ibíd.* pág. 101.

<sup>165</sup> *Ibíd.* pág. 102.

problemas relacionados con determinadas tecnologías. Por último, es importante mencionar que desde este nuevo paradigma, no se considera que haya un único modelo metodológico e institucional para llevar a cabo una evaluación, es decir, distintos actores, organizados de múltiples maneras, pueden ensayar diferentes mecanismos de evaluación o valoración.

### **3.3 Evaluación Constructiva de Tecnologías (CTA)**

El enfoque de Evaluación Constructiva de Tecnologías incorpora muchas de las características de este nuevo paradigma. Sin embargo, lejos de ser meramente una herramienta de evaluación, CTA posee cualidades específicas que lo convierten no sólo en una manera alternativa de *evaluar*, sino también de *diseñar* y, en ese sentido, de *controlar* el cambio tecnológico. Como mencionamos antes, el tipo de prácticas que paulatinamente conformarían CTA comenzaron a ser desarrolladas a mediados de los años ochenta en lugares como Dinamarca y los Países Bajos, naciones con raíces culturales profundamente democráticas. Entre dichas prácticas podemos señalar el modelo danés de “conferencias de consenso”, el cual consiste en la articulación de un debate público entre un panel de ciudadanos y un grupo de expertos en una reunión que puede durar varios días y en la que se discute una cuestión controvertida relacionada con el cambio científico-tecnológico. Después de la reunión el panel de ciudadanos emite una declaración con sus juicios y conclusiones, la cual finalmente los expertos pueden comentar y tomar en cuenta.

Ahora bien, el momento clave en la articulación e institucionalización de este enfoque puede situarse en 1987 con la creación de la Oficina de Evaluación de Tecnologías en los Países Bajos (*Nederlandse Organisatie voor Technologisch Aspectenonderzoek*, NOTA), más tarde renombrada *Rathenau Instituut*, la cual está comprometida fundamentalmente con el objetivo o “la voluntad de ampliar la base para la toma de decisiones en ciencia y tecnología.”<sup>166</sup> En consecuencia, NOTA se ha encargado tanto de promover debates y discusiones públicas sobre cuestiones de ciencia y tecnología en sociedad como de proseguir con la articulación de la perspectiva CTA. En 1991, por ejemplo, con el apoyo del Ministerio Holandés de Asuntos Económicos, se llevó a cabo un seminario

---

<sup>166</sup> *Ibíd.* pág. 106.

internacional cuyo resultado fue la publicación en 1995 del libro *Managing Technology in Society: the Approach of Constructive Technology Assessment* editado por Arie Rip, Johan Schot y Thomas J. Misa.

CTA se basa en una concepción renovada del cambio tecnológico proveniente de los nuevos estudios sociales de la ciencia y la tecnología, particularmente de las teorías económicas neo-schumpeterianas que conciben el cambio tecnológico como un proceso evolutivo y del constructivismo social de acuerdo con el cual la tecnología y la sociedad se producen mutuamente; lo que Johan Schot denomina conjuntamente “dinámica de tecnologías”.<sup>167</sup> Por consiguiente, CTA no concibe a la tecnología como un ente separado de sus efectos, como sucedía con la evaluación de tecnología tradicional y especialmente con el “régimen de dos vías” (*two-track regime*) en el que se basaba.<sup>168</sup> Antes bien, CTA pone en cuestión tal división al considerar que *la tecnología y sus efectos se coproducen* o, mejor dicho, *se producen socialmente* a medida que se va desarrollando una nueva tecnología. Cada uno de los múltiples actores que intervienen en el *proceso dinámico* de cambio tecnológico es considerado, por tanto, como un *co-productor* de impactos. Al respecto, Arie Rip y Johan Schot afirman:

In traditional TA [Technology Assessment], the technology or the project is taken as given, and thus seen as a static entity. For CTA, the dynamics of the process are central, and impacts are viewed as being built up, and co-produced, during the process of technical change. Many technology studies have shown that impacts are not just passive effects of a given technology on its

---

<sup>167</sup> Johan W. Schot, “Evaluación constructiva de tecnologías y dinámica de tecnologías: el caso de las tecnologías limpias” en *Ciencia, tecnología y sociedad: lecturas seleccionadas*, Marta I. González García, José A. López Cerezo y José Luis Lujan (eds.), Barcelona: Ariel, 1997, pp. 206-207.

<sup>168</sup> El “régimen de dos vías” (*two-track regime*) clasificaba a las agencias, los actores y las actividades en dos ámbitos separados: promoción y regulación. Así, había agencias que promovían ciertas tecnologías y agencias que regulaban su desarrollo. Por un lado, actores que promueven y desarrollan ciertas tecnologías (científicos, ingenieros, academias, laboratorios, etc.) y actores que buscan regular y controlar el cambio tecnológico, o al menos evitar sus “efectos secundarios” adversos (grupos de ambientalistas, ciudadanos, organizaciones no-gubernamentales, etc.). Aunque los impulsores de CTA reconocen que hay cierta justificación para el establecimiento de tal *two-track regime*, afirman que se trata de una separación que conduce con mucha frecuencia a abordar las controversias tecnológicas desde la simple perspectiva dicotómica de partidarios y opositores. Se trata, en definitiva, de un régimen que ha alcanzado sus límites.

environment, but are actively sought (or avoided) by technology producers, users, and third actors such as governments, unions, and pressure groups alike. These actors are co-producers of impacts.<sup>169</sup>

Así, pues, CTA persigue como objetivo fundamental la *anticipación* de los posibles efectos o impactos adversos (así como la promoción de los positivos) desde el momento mismo en que un artefacto o un sistema sociotécnico se encuentran en su etapa de diseño o “gestación”. Dicha anticipación se articula a través de los conceptos de *diseño amplio* y *diseño reflexivo*, los cuales implican la ampliación de los procesos de diseño e implementación en dos sentidos. En primer término, se busca incluir a un mayor número de actores sociales y, por consiguiente, tomar en consideración un abanico más amplio de intereses, necesidades y valores sociales. En segundo, se pretende que dicha evaluación o valoración se extienda a todas las etapas de desarrollo de una tecnología, en vez de enfocarse únicamente en la etapa de difusión como ocurría con la evaluación de tecnologías estándar. A su vez, dicha ampliación busca llevarse a cabo mediante el despliegue de mecanismos concretos —talleres de diálogo, experimentos sociales, espacios de negociación—, así como de estrategias capaces de generar experiencias y aprendizajes sociales que puedan realimentar continuamente los procesos de diseño tecnológico, ya sea con el propósito de diseñar nuevas tecnologías o bien de rediseñar las ya existentes.

Esto no significa que la anticipación de impactos, tanto si se evitan los efectos negativos como si se promueven los positivos, resulte una tarea sencilla. Antes bien, CTA parte del pleno reconocimiento de que los impactos o efectos de una tecnología se generan como parte de un *proceso dinámico*. Los efectos de una tecnología cambian conforme se va desarrollando y dependen también de las condiciones sociales en las que dicha tecnología

---

<sup>169</sup> Arie Rip, Johan Schot, “The Past and the Future of Constructive Technology Assessment” *Technological Forecasting and Social Change* 54, no. 2-3 (1997): 251-268, pág. 257. [En la Evaluación de Tecnologías tradicional, la tecnología o el proyecto se toma como algo dado y por tanto es visto una como entidad estática. Para CTA, las dinámicas del proceso son centrales, y los impactos son concebidos como siendo desarrollados, y coproducidos, durante el proceso de cambio tecnológico. Muchos estudios de tecnología han mostrado que los impactos no son sólo pasivos efectos de una determinada tecnología sobre su ambiente, sino que son activamente buscados (o evitados) por los productores de tecnología, los usuarios y actores terceros como gobiernos, sindicatos y grupos de presión por igual. Estos actores son coproductores de impactos.]

será usada. Puede ocurrir igualmente que aun cuando haya valores u objetivos muy claros al inicio del proceso de desarrollo, los resultados finales se alejen mucho de dichos valores u objetivos. De ahí precisamente la importancia que este enfoque concede a la experimentación y a los procesos de aprendizaje social.

Más allá de comprometerse con metas u objetivos particulares (como la promoción de tecnologías limpias o la recalificación del trabajo), las estrategias desplegadas hasta ahora por CTA se fundamentan en tres principios de meta-nivel o principios de segundo orden: *anticipación, reflexividad y aprendizaje social*. Son estos principios los que modulan las estrategias de CTA y las que les otorgan su carácter constructivo. La anticipación, como hemos visto, se refiere a la anticipación de impactos mediante evaluaciones continuas a lo largo de todo el proceso de desarrollo tecnológico. La reflexividad se refiere a la necesidad de que los diversos actores involucrados sean conscientes de que la tecnología y sus efectos se co-producen socialmente a fin de evitar regresar a una concepción dicotómica ingenua como la que define al “*two-track regime*”. Asimismo, se refiere a la necesidad de reconocer la importancia de los distintos actores involucrados, así como del papel que cada uno desempeña en el proceso de cambio tecnológico.<sup>170</sup>

Por lo que respecta al aprendizaje social este debe ser amplio y profundo. El aprendizaje amplio implica explorar los potenciales nuevos vínculos entre aspectos tales como opciones de diseño, demandas de usuarios y la aceptabilidad política y social. El aprendizaje profundo significa que debe tener lugar tanto un aprendizaje de primer orden como uno de segundo orden. El primero se refiere a las mejoras en el propio trabajo dadas ciertas metas,

---

<sup>170</sup> Respecto a los distintos actores involucrados en el proceso de cambio tecnológico, es importante mencionar la clasificación que establecen Arie Rip y Johan Schot. En primer lugar se encuentran los “actores tecnológicos”, aquellos que invierten en el desarrollo tecnológico y, por decirlo de alguna manera, lo conducen. Por ejemplo, empresas, agencias gubernamentales, laboratorios nacionales, etc. En segundo lugar, “actores sociales”, aquellos que anticipan e intentan retroalimentar el desarrollo tecnológico a través de regulaciones, campañas y educación. Por ejemplo, asociaciones civiles, agencias no-gubernamentales, grupos ambientalistas, etc. Por último, “actores de meta-nivel”, aquellos que se encargan de facilitar y modular las interacciones entre los otros dos tipos de actores. Este rol puede ser desempeñado por agencias gubernamentales de evaluación tecnológica, así como por instituciones sin un mandato explícito de evaluación tecnológica. Finalmente, a cada uno de estos actores le corresponde un tipo distinto de responsabilidad. *Ibíd.* pp. 256-257.

mientras el segundo hace referencia al ejercicio de clarificar valores y cómo se relacionan entre sí.<sup>171</sup>

Ahora bien, las estrategias elaboradas por CTA pueden agruparse bajo las tres siguientes: forzamiento de tecnologías (*technology forcing*), gestión estratégica de nichos (*strategic niche management*) y alineación (*alignment*) o búsqueda de consenso. Aunque aquí se describan separadamente, ello no significa que operen completamente separadas unas de otras. Dependiendo de cada caso particular, puede ser necesaria una mezcla de las tres. Por otra parte, hay que mencionar también que cada uno de los actores involucrados posee sus propias oportunidades y limitaciones para llevarlas a cabo. Lo fundamental es que a través de ellas se busca estimular la anticipación, la reflexividad y el aprendizaje social.

Forzamiento de tecnologías: a diferencia de la evaluación tecnológica estándar, en la que se concibe a la tecnología como algo meramente dado y luego se exploran sus impactos potenciales, esta estrategia consiste en la estipulación gubernamental de impactos que se consideran deseables, por ejemplo el nivel de contaminantes que debe emitir un automóvil, de tal manera que los “actores tecnológicos” enfrentan el desafío de desarrollar innovaciones tecnológicas que satisfagan dichos requerimientos. Como ejemplo puede mencionarse el establecimiento de estándares de aire limpio en California en 1988. Por ese año el gobierno estipuló que para 1998 el 2% de los autos vendidos debían ser vehículos cero-contaminantes. Aunque el gobierno no señaló ningún medio en particular, era claro que sólo un vehículo eléctrico sería capaz de cumplir dicho requisito. Si bien una estrategia de este tipo no se encuentra libre de dificultades, aquí sólo nos interesa señalar que dicha iniciativa promovió la ampliación de los programas de investigación y desarrollo, de tal manera que el automóvil eléctrico pasó de ser un juguete o un proyecto sin futuro a un producto comercializable.<sup>172</sup>

---

<sup>171</sup> *Ibíd.* pág. 257.

<sup>172</sup> Para conocer las dificultades que enfrenta esta estrategia *Ibíd.* pp. 258-261.

Gestión estratégica de nichos: “Strategic niche management can be defined as the orchestration of the development and introduction of new technologies through setting up a series of experimental settings (niches) in which actors learn about the design, user needs, cultural and political acceptability, and other aspects.”<sup>173</sup> Esta estrategia cobra relevancia cuando una agencia gubernamental desarrolla tecnologías que ella misma considera deseables, por ejemplo, a través del subsidio a las denominadas “tecnologías alternativas” como la energía solar o eólica, pero se enfrenta al riesgo de producir tecnologías que sean incapaces de sobrevivir sin apoyo gubernamental.

Alineación o búsqueda de consenso: esta estrategia se refiere a los distintos mecanismos que pueden implementarse con el propósito de lograr acuerdos mediante la participación e interacción constructiva de los distintos actores involucrados. Entre los espacios identificados hasta ahora pueden mencionarse los foros (talleres de diálogo, conferencias de consenso); departamentos ambientales dentro de las empresas o bien “nexos tecnológicos” que sean capaces de traducir las demandas sociales en nuevos criterios de diseño.<sup>174</sup> Es importante que estos espacios no estén subordinados a los intereses de las empresas, como por ejemplo cuando se implementan plataformas interactivas para identificar las barreras que se oponen a la introducción de un nuevo producto. Ellos deben funcionar primordialmente como *espacios de negociación*.

Con el propósito de ilustrar mejor algunos aspectos del enfoque de evaluación constructiva de tecnologías (CTA) y mostrar su relevancia para nuestra tesis, a continuación revisaremos detenidamente un par de casos de estudio. El primero se refiere a la construcción experimental de un depósito de residuos en Alemania cuya planificación fue articulada por los conceptos de *diseño amplio* y *diseño reflexivo*. Este caso muestra una manera constructiva de hacer frente a los riesgos o potenciales efectos adversos de un sistema sociotécnico. El segundo caso proviene de la industria del procesamiento de

---

<sup>173</sup> *Ibíd.* pág. 261. [La gestión estratégica de nichos puede ser definida como la orquestación del desarrollo e introducción de nuevas tecnologías a través del establecimiento de una serie de entornos experimentales (nichos) en los cuales los actores aprenden acerca del diseño, las necesidades de los usuarios, la aceptabilidad cultural y política, y otros aspectos.]

<sup>174</sup> Para el desarrollo del concepto de “nexo tecnológico” véase el artículo antes citado de J. Schot.

pescado en Dinamarca y explora mecanismos y estrategias concretos para modificar la trayectoria o para regular el *momentum* que de acuerdo al historiador de la tecnología Thomas Hughes caracteriza a ciertos sistemas sociotécnicos.

### 3.3.1 La construcción de un depósito de residuos en Alemania

Debido a la imposibilidad de anticipar o predecir completamente el comportamiento de los sistemas sociotécnicos (la biotecnología, la energía nuclear, etc.) en condiciones seguras de “laboratorio”, su implementación en la sociedad tiende a adquirir cada vez más la forma de un experimento social de gran escala. Debido, asimismo, a la incapacidad de los métodos convencionales —evaluación de tecnologías estándar, análisis de riesgo— de afrontar la incertidumbre asociada a las nuevas tecnologías, se requiere de ideas novedosas para hacer frente a lo imprevisible. Tomando como punto de partida lo anterior, Ralf Herbold analiza el caso de la construcción de un depósito de residuos o vertedero (*waste disposal site*) en Alemania, la cual tuvo un carácter experimental que involucró la participación activa tanto de los planificadores y expertos como de las personas afectadas. Como fruto de la interacción constructiva, así como de la retroalimentación entre los participantes, se logró diseñar un innovador depósito de residuos cuyas características técnicas permitieron disminuir los riesgos sociales y ambientales habitualmente asociados con dichos sistemas.<sup>175</sup>

El caso que Herbold documenta tuvo lugar en la localidad alemana de Brake perteneciente a la ciudad de Bielefeld. Hacia el año de 1979, las autoridades locales proyectaron la construcción de un nuevo vertedero ante el inminente agotamiento en la capacidad de los depósitos existentes. Al inicio el proyecto siguió un *modelo convencional de planeación* en el que las autoridades evaluaron distintos sitios y eligieron aquellos que les parecieron más idóneos, mismos que fueron después examinados por expertos en la materia. El sitio elegido finalmente debería ser aprobado por el parlamento. Asimismo, este

---

<sup>175</sup> La incertidumbre que rodea a un vertedero tiene su origen en distintos puntos: la composición e interacción de las sustancias, el tiempo necesario para su neutralización, filtración de lixiviados, el comportamiento de impermeabilizantes naturales y artificiales, las condiciones locales únicas del suelo; el funcionamiento y la efectividad de nuevos medios tecnológicos para incrementar la seguridad, la adecuada utilización de los operarios, etc.

proyecto consistía en una *solución convencional* en la que el suelo es nivelado con basura y el fondo del vertedero se sella para evitar la filtración de lixiviados y la consiguiente contaminación de los depósitos de agua subterráneos.

Sin embargo, una vez que se eligió un nuevo sitio para la construcción del depósito, los reportes de las autoridades fueron publicados por los periódicos locales, lo que motivó que fueran criticados por los ciudadanos afectados, particularmente porque la evaluación del sitio elegido se había llevado a cabo en una época del año con poca precipitación. Además, la confianza hacia las autoridades había disminuido drásticamente debido al reciente escándalo por el descubrimiento de un vertedero abandonado debajo de una zona de viviendas, y en el que se reveló que 44 de 185 residentes examinados sufrían de daño hepático crónico, lo que fue atribuido a la contaminación del suelo debido a las altas concentraciones de *bifenilos policlorados*. Todo ello provocó una situación extremadamente difícil para las autoridades.

Para remediar esta situación el proyecto original tuvo que ser modificado radicalmente. Uwe Lahl, un químico independiente con amplio reconocimiento dentro del movimiento ambientalista, quien por aquel entonces presidía el recién establecido departamento ambiental de la localidad, propuso una serie de prerequisites técnicos que debían ser satisfechos por los nuevos depósitos de residuos, y que dieron lugar a la innovadora concepción de un “depósito temporal”, por contraposición a los depósitos convencionales de carácter “final”. Los nuevos requisitos técnicos, provenientes del campo de la gestión de residuos nucleares, fueron los siguientes: (i) *Reparabilidad* y (ii) *Controlabilidad* a fin de garantizar la posibilidad de detener el funcionamiento de la planta en caso de emergencia. (iii) *Recuperabilidad* de los residuos, a la espera de nuevas alternativas para su uso o riesgos.

Estos nuevos requisitos técnicos, que en su momento habían sido juzgados por los expertos como impracticables o económicamente inviables, fueron bien recibidos por el público y constituyeron la base para un concurso, parecido a los que se convocan en la arquitectura o en el arte. Luego de que dos renombrados expertos externos evaluaran los proyectos recibidos, se concluyó que la mejor opción era diseñar un depósito de residuos a

medio camino entre un “depósito temporal” y un “depósito final”, que incluía además otras características. Para cumplir con el requisito de la *recuperabilidad*, el diseño elegido planteaba que los residuos debían ser depositados en compartimentos aislados, acompañados de información detallada acerca de su composición y localización. De igual modo, se diseñó un techo para prevenir la filtración de agua de lluvia y se elaboró un “impermeabilizante básico” (*basic sealing*) reparable y transitable gracias al concepto de “barreras múltiples”.

Este diseño encarnó el amplio consenso alcanzado entre los participantes y constituyó una base sólida para negociaciones posteriores, así como para el ejercicio de la crítica constructiva. Fue el punto de partida para la construcción técnica de la planta, al mismo tiempo que una solución aceptable para los ciudadanos afectados, además de recibir gran aceptación por parte de la población en general. A través de una serie de reuniones públicas, las distintas partes involucradas pudieron establecer un diálogo cuyos resultados realimentaron continuamente el proceso de planificación. Y aunque los expertos siguieron desempeñando un papel importante, a partir de ese momento tuvieron que tomar en cuenta la percepción del riesgo así como las concepciones sociales de las personas afectadas. De este modo, la situación inicial de conflicto político e incertidumbre técnica se trocó en un productivo proceso de aprendizaje social. Respecto al proceso de planificación ampliada o democrática que siguió, Herbold señala lo siguiente:

Typical for the chosen procedure identified by the planners themselves as 'open planning' was that it had an informational as well as justifying character. The legitimacy of decisions that followed planning was increased by the enlarged democratic participation. The new course of action included, for instance, informing the local press and making the material about the technical planning available to make decisions transparent. Further, a participating process was institutionalized by public hearings and discussions between planners and affected persons.<sup>176</sup>

---

<sup>176</sup> Ralf Herbold, “Technologies as Social Experiments. The Construction and Implementation of a High-Tech Waste Disposal Site” en Arie Rip, Johan Schot y Thomas J. Misa (eds.), *Managing technology in society: the approach of constructive technology assessment*, London: Pinter, 1995, pág. 191. [Típico del

Finalmente, tras someter el nuevo diseño a un análisis de riesgos efectuado por expertos externos, quienes pudieron formular nuevas recomendaciones, el proceso de planificación concluyó hacia 1990. El vertedero final incorporó en su diseño cierta reversibilidad y flexibilidad: quedó dividido en ochos cuadros, cada uno de los cuales tardaría en llenarse cuatro años. El conocimiento generado a partir del primero se convertiría en un *input* para el siguiente. Esto dejaba cierto margen de acción en caso de que hubiera cambios en la composición de los residuos. Además, dejaba abierta la posibilidad de emplear un impermeabilizante nuevo, en caso de que se produjera, o de hacer modificaciones en el techo.<sup>177</sup>

Ante los riesgos que comporta la introducción de nuevas tecnologías, así como la renuncia a actuar, e incluso frente a la imposibilidad de anticiparlos empleando métodos convencionales, se ha vuelto necesario buscar nuevos procesos de planificación. Sin embargo, para ser efectivos estos deben cumplir un conjunto de requisitos que Herbold sintetiza de la siguiente manera:

The only way out is to take seriously the experimental character of the introduction of technology and to make the process socially transparent. By integrating reflexive mechanisms (self observation, feedback of operation experiences, reactions after changes of substances) and by providing 'intervention-reserves', technologies in operation can be modified to reduce if not eliminate risk.<sup>178</sup>

---

procedimiento elegido, identificado por los planificadores mismos como una 'planificación abierta', fue que tuvo tanto un carácter informativo como uno justificador. La legitimidad de las decisiones que siguieron a la planificación se incrementó por la participación democrática ampliada. El nuevo curso de acción incluyó, por ejemplo, informar a la prensa local y hacer que el material acerca de la planificación técnica estuviera disponible para hacer transparentes las decisiones. Más aún, se institucionalizó un proceso de participación a través de audiencias y discusiones públicas entre los planificadores y las personas afectadas.]

<sup>177</sup> Respecto a su tamaño, éste fue de 1,000 x 600 metros con un volumen de 5 millones de metros cúbicos. Era lo suficientemente grande para recibir los desechos de una región con 500,000 habitantes por un periodo de 28 años, y tuvo un costo de entre 600 y 1,000 millones de marcos alemanes.

<sup>178</sup> *Ibíd.* pág. 193. [La única salida es tomar en serio el carácter experimental de la introducción de tecnología y hacer el proceso socialmente transparente. Mediante la introducción de mecanismos reflexivos (autoobservación, retroalimentación de las experiencias de operación, reacciones luego de cambios de

### 3.3.2 La industria del procesamiento de pescado en Dinamarca

Arne Remmen estudia el caso de la industria del procesamiento de pescado en Dinamarca y explora las distintas estrategias que se han efectuado para lograr que esta industria incorpore cada vez más las denominadas “tecnologías limpias” y cambie hacia un enfoque preventivo. Luego de analizar distintos proyectos impulsados por el gobierno danés, Remmen identifica algunas de las barreras que obstaculizan la difusión de “tecnologías limpias” y sostiene que una estrategia de evaluación constructiva de tecnologías (CTA) ofrece elementos valiosos para superarlas, especialmente a través de lo que llama “talleres de diálogo”: espacios de experimentación y negociación para que los distintos grupos sociales relevantes confronten sus diferentes perspectivas.

En décadas recientes, las “tecnologías limpias” han pasado a considerarse cada vez más como un recurso fundamental en la resolución de los acuciantes problemas ambientales que enfrentan las sociedades modernas. Dichas tecnologías se distinguen generalmente por tener un carácter *preventivo*, en contraposición a las denominadas tecnologías de “fin-de-tubo” (*end-of-pipe*), de carácter *curativo*. Es decir, mientras que en las primeras se busca disminuir la emisión de contaminantes o residuos modificando para ello los procesos de producción o los productos (desde la fuente misma), las segundas se enfocan en el tratamiento, eliminación o aislamiento de los contaminantes o residuos una vez que ya se han generado. Entre estas últimas se incluyen, por ejemplo, las plantas de tratamiento de aguas, la incineración o neutralización, disposición de los residuos en vertederos, etc.

Consciente de la importancia de transitar de un enfoque *curativo* a uno *preventivo* y *anticipatorio*, el Ministerio del Medio Ambiente en Dinamarca impulsó en 1986 un programa de desarrollo que tenía como propósito estimular la innovación e implementación de tecnologías limpias e incluía subsidios para las industrias, las instituciones de investigación y desarrollo. En particular, destaca el caso del proyecto TOR (*Teknologi og Ressourcer*), un proyecto de investigación financiado por las autoridades de la Región de Jutlandia Septentrional para analizar las posibilidades de innovación e implementación de

---

substancias) y proporcionando 'reservas de intervención', las tecnologías en operación pueden modificarse para reducir, si no eliminar, los riesgos.]

tecnologías limpias en su industria del procesamiento de pescado.<sup>179</sup> La meta a largo plazo del proyecto consistía en reforzar la capacidad y mejorar los recursos de las empresas para integrar criterios ambientales en el proceso de planificación, producción e innovación de tecnologías limpias.

Como resultado de los distintos proyectos piloto financiados se obtuvieron algunas recomendaciones y mejoras concretas. Por ejemplo, en uno de los proyectos, el cual consistió en un “mapeo comercial” (*trade mapping*) que ofreció un panorama general de los problemas de contaminación asociados a los flujos de producción de arenque, lenguado y *roundfish*, se encontró que en el caso de la producción de arenque era necesario separar los materiales orgánicos del flujo de agua tan pronto como fuera posible con el fin de evitar su disolución en el agua que finalmente era devuelta al mar. Como consecuencia, los medios tecnológicos propuestos extraían las tripas del pescado lo más rápido posible, lo cual reducía la contaminación hasta en un 35%. Sin embargo, también han tenido serias deficiencias o limitaciones. Al respecto, señala Remen: “Most of these projects focus on minor technical adjustments and have been executed by consultants (experts) and single company, which has limited the diffusion of the cleaner technologies.”<sup>180</sup>

De manera general, Remmen identifica tres barreras que obstaculizan la difusión de tecnologías limpias: (i) una definición estrecha del problema, (ii) la falta de interacción entre compañías, proveedores y otros grupos sociales y (iii) la influencia de la filosofía regulatoria tradicional basada principalmente en el establecimiento de estándares. A su vez, cada una de estas barreras involucra tres niveles: compañía, red-interorganizacional y

---

<sup>179</sup> Dinamarca es uno de los principales países pesqueros del mundo y la industria del procesamiento de pescado ocupa un lugar muy importante en su economía. Ahora bien, por lo que respecta a la contaminación, esta industria no es tan contaminante comparada con otras actividades, como la agricultura. No contamina el agua con algún tipo de residuo venenoso, aunque devuelve al mar elementos como *nitrógeno*, *fósforo* y *materiales orgánicos*. No obstante, esta industria emplea grandes cantidades de agua, en parte como resultado de demandas veterinarias y requisitos de calidad del producto, y en parte porque ello agiliza el flujo de producción.

<sup>180</sup> Arne Remmen, “Pollution Prevention, Cleaner Technologies and Industry” en Arie Rip, Johan Schot y Thomas J. Misa arriba citado, pág. 206. [La mayoría de estos proyectos se centran en ajustes tecnológicos menores, han sido efectuados por consultores (expertos) y por compañías individuales, lo cual ha limitado la difusión de las tecnologías limpias.]

gobierno. Por lo que respecta al primer punto, Remmen afirma que las tecnologías limpias han sido definidas de manera muy limitada, pues se han dejado de lado cuestiones como mejoras en las condiciones de trabajo. Experiencias provenientes de otro tipo de industrias han mostrado, por ejemplo, que modificar el “sistema de salario a destajo” (*piece work system*) puede lograr efectos sustanciales en el ahorro de agua. Asimismo, la definición de los problemas ha tenido un carácter demasiado expertocrático, esto es, únicamente se han visto involucrados consultores y directivos. Por tal motivo, la implementación de una estrategia preventiva no ha logrado anclar firmemente entre empleados, gerencia, proveedores y clientes. Y por último, las estrategias se han centrado casi exclusivamente en la búsqueda de mejoras tecnológicas.

Respecto al segundo punto, éste se ubica a nivel de la red inter-organizacional, a la relación entre las empresas y las autoridades. Como hemos mencionado arriba, hasta ahora las tecnologías limpias se han basado en ideas provenientes de consultores y directivos principalmente. Los sindicatos y las asociaciones comerciales sólo han desempeñado un papel secundario. Además, los proveedores de equipo y maquinaria tampoco se han involucrado en la innovación y difusión de tecnologías limpias. La presencia o ausencia de interacción entre estos actores puede ser fundamental para reducir o aumentar los problemas ambientales. Por ejemplo, en el caso de las compañías danesas del procesamiento de pescado, la falta de interacción con sus proveedores de maquinaria, que se encuentran principalmente en Alemania y Suecia, ha propiciado que las primeras no hayan desarrollado hasta ahora la competencia suficiente para formular y plantear las demandas y especificaciones técnicas necesarias a fin de que se diseñen máquinas que ahorren agua, y por ende, menos contaminantes.

La tercera barrera está relacionada con la filosofía regulatoria tradicional basada en el establecimiento de estándares que han conducido a la construcción de plantas de tratamiento de agua residuales. Según Remmen, una vez que las compañías canalizan sus residuos a una planta de tratamiento, disminuyen sus incentivos para idear nuevas medidas de ahorro de agua, pues consideran que sus problemas ambientales han quedado resueltos. Sin embargo, al igual que otras tecnologías de “fin-de-tubo”, las plantas de tratamiento

únicamente transforman un problema de contaminación en otro, pues como resultado de su operación se genera una especie de fango que luego hay que depositar en algún vertedero.

Para Remmen estas barreras no sólo indican los puntos débiles de las estrategias desplegadas hasta ahora, sino que señalan también importantes vías para superarlas. En particular se requiere de nuevas formas de interacción entre los distintos actores sociales, así como dejar de considerar a las estrategias de carácter *top-down* como las únicas capaces de lograr un cambio hacia un enfoque preventivo:

These three barriers indicate that a shift toward pollution prevention and cleaner technologies cannot be accomplished through traditional top-down regulation alone. Instead the effort requires new methods and strategies to integrate environmental and social considerations in production and thus create new types of interactions between authorities, companies and other social groups as suppliers.<sup>181</sup>

La superación de las barreras requiere de la búsqueda de nuevas oportunidades y cambios en los tres niveles señalados por Remmen. A nivel de compañía, se precisa, en primer término, de una nueva metodología capaz de proporcionar un panorama general sobre la variedad de problemas existentes, así como de posibles soluciones. Remmen apunta que el uso de las “auditorías ambientales” ha conducido en otros casos a una reducción significativa de desechos, consumo de agua y materias primas, lo que puede traducirse en una mejora de su productividad. Sin embargo, para conseguir tales beneficios las compañías deben antes clarificar sus objetivos, su estrategia a seguir, además de definir responsabilidades. En ese sentido, desde 1990 el Programa de Tecnologías Limpias en

---

<sup>181</sup> *Ibíd.* pág. 210. [Estas tres barreras indican que un cambio hacia la prevención de la contaminación y tecnologías limpias no puede lograrse solamente a través de la tradicional regulación *top-down*. En cambio, el esfuerzo requiere de nuevos métodos y estrategias para integrar las consideraciones ambientales y sociales en la producción y, por consiguiente, crear nuevos tipos de interacciones entre autoridades, compañías y otros grupos sociales como los proveedores.] Una estrategia de carácter *top-down* se refiere a una estrategia concebida por alguna autoridad y que debe luego ser efectuada por las personas subordinadas a tal autoridad; tiene un carácter jerárquico por lo que parece ir de arriba hacia abajo. En contraposición se encuentran las estrategias de carácter *bottom-up*, ideadas por una mayor cantidad de sujetos por lo que tienen un carácter más igualitario u horizontal, parecen ir de abajo hacia arriba.

Dinamarca brinda apoyo financiero y servicios de consultoría comercial para que las compañías puedan llevar cabo las auditorías ambientales.

A nivel de la red inter-organizacional se debe movilizar también a distintos actores. A medida que la industria del procesamiento de pescado gane más experiencia en relación con los procesos de producción y los flujos de residuos, será capaz de plantear nuevas demandas a sus proveedores. Con el tiempo, esto puede dar lugar a una cooperación entre la industria pesquera y sus proveedores. Asimismo, a este nivel debe involucrarse también a los consultores, las universidades, los sindicatos, las asociaciones comerciales, cada uno de los cuales tiene una competencia que puede ser valiosa. La prevención de la contaminación debe formar parte de los objetivos de todos estos actores y se deben crear espacios que permitan ampliar y estructurar el intercambio de información sobre cuestiones preventivas y tecnologías limpias.

Finalmente, a nivel de la regulación ambiental, ésta necesita estimular por sí misma la prevención de la contaminación. De acuerdo con Remmen, todavía no se han desarrollado suficientemente los instrumentos públicos para prevenir la contaminación “desde la fuente misma”. Como hemos visto, los medios más importantes desarrollados hasta ahora en Dinamarca han sido el apoyo financiero a los proyectos piloto y los consultores comerciales. Empero, la regulación preventiva debe guiarse por una lista de objetivos deseables y posibles medios que sea confirmada mediante un acuerdo entre las autoridades y la industria. De igual forma, la regulación requerida debe tener una visión a la largo plazo: debe exigir a las compañías un plan de prevención de acuerdo a los objetivos y medios previamente acordados; debe ser dinámica: debe efectuar una intensificación gradual de los estándares acordados año con año hasta alcanzar el nivel previsto; debe ser capaz de adaptarse: a los distintos tipos de empresas, a sus respectivas posibilidades para ejercer la prevención, a sus condiciones locales y a su particular estrategia ambiental.

Arne Remmen sostiene que una estrategia basada en un enfoque de evaluación constructiva de tecnologías (CTA) puede aportar elementos valiosos no sólo para configurar y reconfigurar las interacciones en cada uno de los distintos niveles identificados —al interior de las compañías, la red inter-organizacional y entre las compañías y el

gobierno—, sino además puede contribuir a manejar la incertidumbre que gravita sobre los objetivos y la selección de los medios adecuados. Los nuevos procesos de interacción deben estar organizados de manera abierta como un experimento social y deben conducir a una especificación gradual y progresiva de los objetivos y los medios necesarios:

This relation could be organized through social experiments and dialogue workshops. This will provide a *social locus* for search and learning processes and a way to cope with uncertainty connected with implementation. In addition social experiments and dialogue research will allow and stimulate bottom-up initiatives, thus eliciting interest from a broad range of relevant social groups.<sup>182</sup>

Los “talleres de diálogo” propuestos por Remmen constituyen espacios de experimentación y negociación para que los distintos grupos sociales puedan confrontar sus particulares perspectivas.<sup>183</sup> A través del diálogo se debe identificar a los distintos actores involucrados, su propia definición del problema, diferentes visiones, intereses, posiciones de poder, barreras y potenciales omitidos, etc. Asimismo, la interacción debe estar orientada hacia la acción, es decir, debe contribuir a generar estrategias, proponer objetivos y ensayar soluciones con diferentes tecnologías y prototipos. De este modo, “CTA can be seen as a synthesis of problems and potentials with special attention to realization.”<sup>184</sup>

Como vimos en el primer capítulo, modificar o alterar la dirección del *momentum* o “impulso tecnológico” de un sistema sociotécnico es sumamente difícil, mas no imposible. Como ya apuntaba Hughes, llevar a cabo dicha modificación o alteración requiere de la

---

<sup>182</sup> Ibíd. pág. 213. [Esta relación podría ser organizada a través de experimentos sociales y talleres de diálogo. Esto proveerá un *espacio social* para los procesos de búsqueda y aprendizaje, así como una manera de hacer frente a la incertidumbre relacionada con la implementación. Adicionalmente, los experimentos sociales y la investigación dialógica permitirán y estimularán iniciativas de carácter bottom-up, suscitando así el interés de una amplia variedad de grupos sociales relevantes.]

<sup>183</sup> Remmen anota que los “talleres de diálogo” están basados en el modelo de “Future workshops” ideados por Robert Jungk y Norbert Müller en la década de los setenta. Estos talleres están conformados por diferentes fases a través de las cuales se define y critica un problema determinado, se imaginan soluciones sin coartar la fantasía, y finalmente se evalúa su factibilidad.

<sup>184</sup> Ibíd. pág. 217. [CTA puede ser concebido como una síntesis de los problemas y potenciales con especial atención a la realización.]

acción coordinada de distintos actores en distintos niveles o posiciones del sistema. Lo que nos interesa destacar aquí con el caso analizado por Remmen es que CTA ofrece elementos significativos y concretos para reorientar la trayectoria de un sistema sociotécnico. En este caso se muestra cómo lograr que el *momentum* de la industria del procesamiento de pescado cambie hacia un enfoque preventivo y anticipatorio e incorpore tecnologías limpias.

De acuerdo con Arie Rip y Johan Schot, el éxito último de las estrategias y mecanismos desplegados hasta ahora por CTA dependerá, entre otras cosas, del esfuerzo que cada sociedad invierta en mantener un espacio para la crítica sociotécnica, así como del reconocimiento de CTA como una contribución esencial a un mundo que ha encadenado su destino a la tecnología. Debido precisamente a este carácter crítico que CTA mantiene frente al cambio tecnológico, sus defensores consideran que este enfoque retoma una deuda pendiente de las sociedades modernas en su relación con la tecnología, y lo inscriben en la estela de “crítica sociotécnica” impulsada por el movimiento luddita durante las primeras décadas del siglo XIX en Inglaterra. Sostienen que la filosofía general que anima a CTA posee un elemento de ineludible luddismo. Más aún, afirman que aquellos trabajadores textiles que se negaron a hacer de la tecnología un signo inequívoco y automático de “progreso”, y que finalmente echaron mano del martillo de Enoch para destruir los telares mecánicos, pueden ser considerados como evaluadores constructivos *avant la lettre*:

In contrast to the stereotypical view, we see Luddites as seeking to direct technology toward societal purposes and avoid negative impacts. There is much historical evidence that Luddites were neither anti-technology nor workers who were fighting against any novel development. The Luddites judged machines on their contribution toward the quality of labor and society as a whole, as if they were constructive technology assessors *avant la lettre*.<sup>185</sup>

---

<sup>185</sup> Arie Rip, Johan Schot, “The Past and the Future of Constructive Technology Assessment”, pág. 263. [En contraste con el punto de vista estereotípico, nosotros vemos a los ludditas intentando dirigir la tecnología hacia objetivos sociales y evitar los impactos negativos. Hay mucha evidencia histórica respecto a que los ludditas no fueron ni anti-tecnología ni trabajadores que lucharan en contra de cualquier desarrollo novedoso. Los ludditas juzgaban a las máquinas según su contribución a la calidad del trabajo y la sociedad como un todo, como si fueran evaluadores constructivos de tecnología *avant la lettre*.]

Por otra parte, Wiebe Bijker ha señalado que uno de los desafíos más importantes que enfrenta el enfoque de CTA es lograr escapar a las fronteras planteadas por la racionalidad tecnológica predominante.<sup>186</sup> Sin embargo, como puede verse por lo expuesto anteriormente, dentro de la difusa unidad de CTA convergen una gran diversidad de abordajes, por lo que se vuelve difícil afirmar categóricamente que CTA ha logrado o no superar dicha racionalidad. Por nuestra parte, nosotros sostenemos que aun cuando las diversas estrategias desarrolladas por CTA sean en buena medida compatibles con la racionalidad tecnológica predominante, ello no impide que sirvan como un complemento importante a enfoques más críticos, como es el caso de la teoría crítica de la tecnología elaborada por Andrew Feenberg. Por tal motivo, a continuación abordaremos las ideas de Feenberg, y mostraremos que los conceptos de *diseño amplio* y *diseño reflexivo* característicos de CTA, constituyen un complemento fundamental para lo que siguiendo a este autor podemos denominar *diseño crítico*, y en particular para alcanzar una “democratización profunda”.

### **3.4 La teoría crítica de la tecnología de Andrew Feenberg**

La teoría crítica de la tecnología elaborada por Andrew Feenberg constituye uno de los enfoques más novedosos e interesantes para abordar el estudio de la tecnología en la actualidad. Alumno de Herbert Marcuse y participante activo en el Mayo francés de 1968, Feenberg desarrolla una innovadora concepción “antiesencialista” de la tecnología capaz de reunir en sí diversos *insights* provenientes tanto de la filosofía de la tecnología sustantivista —Ellul, Heidegger— como del constructivismo social de la tecnología —Bijker, Latour—, todo ello dentro de la tradición de Teoría Crítica de análisis y superación de la modernidad. En este sentido, su teoría puede ser interpretada como una *Aufhebung* entre la modernidad capitalista industrial y la crítica romántica de la tecnología, logrando preservar los logros más valiosos de ambos mundos.<sup>187</sup>

---

<sup>186</sup> Wiebe Bijker, “¿Cómo y por qué es importante la tecnología?”, *Redes* 11 (2005): 19-53, pág. 42.

<sup>187</sup> Michel Löwy y Robert Sayre, *Rebelión y melancolía. El romanticismo como contracorriente de la modernidad*, Buenos Aires: Nueva visión, 2008, pág. 248.

Al igual que el constructivismo social, Feenberg parte del pleno reconocimiento de la dimensión social de la tecnología, pues considera que los valores y necesidades sociales no son elementos que se relacionen de manera externa con la tecnología, sino que constituyen una parte intrínseca de su sustancia y significado mismos. Al igual que Langdon Winner, Feenberg reconoce también plenamente la dimensión política de la tecnología y concuerda en que el *diseño tecnológico* es en realidad *diseño ontológico*. Asimismo, Feenberg coincide en que la superación del “determinismo tecnológico” representa un desafío crucial para la supervivencia de la democracia en las sociedades modernas. Al igual que el enfoque de evaluación constructiva de tecnologías (CTA), Feenberg sostiene que la democratización de la tecnología implica la ampliación del rango de valores e intereses que informan el desarrollo tecnológico y reconoce igualmente la importancia de abrir los procesos de diseño e implementación de la tecnología a la participación social más amplia. Sin embargo, a diferencia de este último, la teoría crítica de Feenberg busca no sólo reformar este o aquel ámbito sociotécnico, sino que va más allá y apuesta por una *modernidad alternativa*: un cambio civilizatorio fundamental guiado por una reconceptualización democrática del socialismo marxista.

Dicho cambio civilizatorio sólo podrá advenir a medida que se logre superar tanto el “determinismo tecnológico” como el control tecnocrático que pesa sobre el cambio tecnológico y que es impuesto por la forma de racionalidad tecnológica predominante en el mundo industrial capitalista. Ahora bien, ¿cómo ha de llevarse a cabo dicha superación? Feenberg defiende la democratización radical de todos aquellos ámbitos mediados técnicamente —medicina, comunicaciones, educación, diseño computacional, entre otros— a través de lo que denomina “racionalización democrática”. Bajo este término Feenberg agrupa todos aquellos casos de participación o intervención social ampliada en el diseño de artefactos o sistemas sociotécnicos, los cuales surgen en oposición a la hegemonía dominante y se distinguen principalmente por superar lo que denomina el “código técnico” del capitalismo. Antes de profundizar en lo anterior, sin embargo, es necesario todavía hacer un par de precisiones relacionadas con el “determinismo tecnológico”, así como con el enfoque de evaluación constructiva de tecnologías.

En primer lugar, es importante mencionar que para Feenberg el “determinismo tecnológico” comprende únicamente las siguientes dos afirmaciones: la tesis del *progreso unilineal* y la tesis de *la determinación por la base*, las cuales, de acuerdo con nuestra clasificación, corresponden a las interpretaciones DT a), AT1 y DT b), respectivamente.<sup>188</sup> No obstante, debido al énfasis que este autor hace en la superación del control tecnocrático ejercido sobre el cambio tecnológico, su teoría contribuye también a desarticular las interpretaciones AT2 y AT3 de la Autonomía de la Tecnología. Así, por un lado, Feenberg sostiene que buena parte de los efectos secundarios adversos de la tecnología —“la degradación del trabajo, de la educación y del ambiente”— se originan en los valores antidemocráticos que gobiernan su diseño y, por otro lado, como veremos, las prácticas de “racionalización democrática” son capaces de hacer que el *momentum* de un sistema sociotécnico cambie de dirección.

En segundo lugar, por lo que respecta a CTA, lejos de ser insignificantes para lo que Feenberg denomina “racionalización democrática”, las estrategias y mecanismos desplegados por dicho enfoque constituyen en realidad un valioso aporte complementario. Para comprender esto hay que tener presente que la “racionalización democrática” engloba a su vez prácticas tan afines a CTA y tan variadas como *diálogo innovador*, *diseño participativo* y *apropiación creativa de tecnologías*. Desde luego, esto no significa que se borren los límites distintivos de CTA y, más aun, veremos que las prácticas de *apropiación creativa de tecnologías* poseen un rasgo que les otorga cierta ventaja respecto a las prácticas de CTA. Así, pues, junto a los conceptos de *diseño amplio* y *diseño reflexivo* que articulan la práctica de CTA, podemos ubicar lo que siguiendo a Feenberg denominaremos *diseño crítico*.

Para comprender el concepto de *diseño crítico*, así como las prácticas de “racionalización democrática” en que se expresa, es preciso entender primero en qué consiste la filosofía antiesencialista de la tecnología o *teoría de la instrumentalización* desarrollada por Feenberg. A diferencia de lo que sostienen los esencialistas, este pensador

---

<sup>188</sup> Al respecto, vid. Andrew Feenberg, *La tecnología en cuestión*, [tr. Carla Scotta, Gabriel Merlino], Buenos Aires: Prometeo Libros, 2016, pág. 101 y siguientes.

considera que describir y denunciar la obsesión moderna por la “eficiencia” no basta para comprender adecuadamente la tecnología, sino que es imprescindible tomar en consideración sus distintos contextos sociohistóricos, tal como propone el constructivismo. Estos dos enfoques, que a menudo se presentan como teorías contrapuestas, representan en realidad dos niveles *analíticamente distinguibles* de un objeto complejo. Sin embargo, el que se los pueda distinguir analíticamente no implica que sean también *ontológicamente distinguibles*. Así, pues, a contracorriente de la tradición occidental, Feenberg propone “un concepto histórico de la esencia que combina la perspectiva filosófica y la científica social.”<sup>189</sup>

De acuerdo con la *teoría de la instrumentalización*, la tecnología debe ser analizada en dos niveles: el nivel primario o “instrumentalización primaria” (funcionalización) y el nivel secundario o “instrumentalización secundaria” (materialización). Ambos niveles atañen tanto al sujeto como al objeto de la acción técnica y cada uno se compone a su vez de cuatro momentos. Así, en el nivel primario encontramos: descontextualización, reduccionismo, autonomización y posicionamiento. Mientras que a nivel secundario tenemos los correspondientes: sistematización, mediación, vocación e iniciativa. Revisaremos brevemente en qué consiste cada uno de estos momentos.

Por *descontextualización* se entiende que, en un primer momento, los objetos naturales son abstraídos del contexto particular en que se encuentran, lo cual permite acceder a sus esquemas o propiedades técnicas potenciales. Por ejemplo, cuando un árbol es cortado y separado de los demás elementos naturales con los que coexiste, para luego ser sometido a un proceso de extracción de la corteza y cortado en tablas. A este nivel, propiedades tales como la forma puntiaguda o la redondez de un objeto natural se revelan y ofrecen como propiedades técnicas. “La naturaleza está fragmentada en pequeños trozos y pedazos que se presentan como elementos técnicamente útiles después de ser abstraídos de todo contexto específico.”<sup>190</sup>

---

<sup>189</sup> *Ibíd.* pág. 231.

<sup>190</sup> *Ibíd.* pp. 233-234.

El *reduccionismo* hace referencia al proceso por el cual los objetos son reducidos a sus aspectos útiles, aquellos que se perciben como esenciales para el logro de un proyecto técnico específico. Feenberg llama “cualidades primarias” a todo lo que constituye una “saliencia” (*affordance*): peso, tamaño, forma, cualidad de puntiagudo o suave, color, etc., mientras que las “cualidades secundarias” son todas aquellas que pueden haber sido más significativas en su contexto pretécnico. Las cualidades secundarias incluyen todo lo demás del objeto que no se considera importante para el proyecto técnico en el que se inscribe. En el ejemplo del árbol, éste queda reducido a su cualidad primaria de redondez al ser transformado en una rueda y pierde cualidades secundarias como hábitat, fuente de sombra, subsistencia, sus connotaciones históricas o estéticas.

La *autonomización* se refiere a la separación del sujeto y del objeto, a la tendencia del actor a aislarse respecto de las consecuencias inmediatas de sus actos. El actor tiene un gran impacto sobre el mundo, pero éste produce un efecto muy pequeño sobre él. Por ejemplo, cuando un conductor se lanza a gran velocidad por la carretera, pero apenas experimenta una leve presión y pequeñas vibraciones. Sin embargo, también puede tratarse de un sujeto que actúa sobre otros seres humanos. Por ejemplo, cuando la administración burocrática de alguna institución toma decisiones de manera independiente y sin importar cuál sea el parecer de sus subordinados. Esta interrupción del bucle de realimentación entre el objeto y el actor es, según Feenberg, la nota distintiva de toda acción técnica: “La absoluta desproporción entre la “reacción” que experimenta el actor y el efecto de su acción distingue a estas actividades como técnicas. El bucle de realimentación se extiende aquí todo lo posible para aislar al sujeto de los efectos de su acción.”<sup>191</sup>

El *posicionamiento* significa que el sujeto se ubica o posiciona estratégicamente con respecto a sus objetos para controlarlos y sacar ventaja de ellos, para lo cual se sirve de las leyes que los rigen. Por ejemplo, el sujeto que se sirve de las leyes de la combustión para lograr que el motor de un automóvil funcione según sus diseños. En el caso de la organización industrial del trabajo, o de la manipulación del consumidor a fin de inducir

---

<sup>191</sup> Vid. Andrew Feenberg, *Transformar la tecnología*, pág. 281, antes citado.

cierto comportamiento sobre él, también está presente un carácter posicional similar. Aunque por supuesto en estos últimos casos no puede hablarse de leyes estrictas.

La “instrumentalización primaria” esboza la relación técnica básica con el mundo. Por su parte, en la “instrumentalización secundaria” ocurre cierta integración de los elementos abstraídos inicialmente con los entornos naturales, técnicos y sociales, y se garantiza una congruencia entre ellos. A este nivel se da cierta materialización de los principios técnicos abstraídos y es posible retomar algunas de las dimensiones contextuales más amplias. Como hemos mencionado antes, los cuatro momentos del nivel primario tienen su contraparte a nivel secundario: sistematización, mediación, vocación e iniciativa.

La *sistematización* hace referencia al proceso mediante el cual los elementos aislados y descontextualizados se combinan entre sí y reincorporan a distintos entornos para formar dispositivos y organizaciones técnicas. Por ejemplo, unas ruedas, un mango y un receptáculo se juntan para formar un dispositivo como la carretilla. Si además se añade pintura para protegerla de la oxidación, se habrá integrado a su entorno natural. A este nivel se pueden compensar algunos de los efectos mutiladores de la instrumentalización primaria.

A través del proceso de *mediación* las cualidades éticas y estéticas se reincorporan al objeto técnico simplificado y le proporcionan nuevas cualidades secundarias. En las sociedades tradicionales el trabajo artesanal se guiaba no sólo por cualidades primarias como la cualidad de puntiagudo o redondez, sino además por consideraciones estéticas, éticas o religiosas a fin de ajustarlas a los requerimientos de significado y estabilidad social. Algo muy diferente sucede en las modernas sociedades industriales, donde la producción y la estética se encuentran parcialmente diferenciadas, es decir, primero se fabrica el artefacto y luego se le adorna con algún detalle menor. Lo mismo ocurre con las consideraciones éticas, las consecuencias humanas y ambientales, las cuales surgen sólo después de que un artefacto o sistema sociotécnico ha sido implementado.

A diferencia de lo que ocurría en el caso de la autonomización, donde los efectos de la acción sobre el sujeto técnico se encontraban diferidos, la *vocación* hace referencia al impacto reactivo de las herramientas sobre sus usuarios. En realidad, la autonomía del sujeto respecto de las consecuencias de sus actos no es absoluta, puesto que el sujeto se

transforma en virtud de sus actos. De este modo, el hombre que trabaja la madera se convierte en un carpintero. “En su conjunto, la sucesión de sus actos complementa una artesanía, una vocación, una forma de vida.”<sup>192</sup> La vocación era un rasgo que caracterizaba especialmente a las sociedades precapitalistas y que se ha perdido casi por completo en las sociedades modernas, donde el término “vocación” está reservado para ciertas profesiones como la medicina, el derecho, la educación, etc. Ello es consecuencia, según Feenberg, del trabajo asalariado y su concomitante pérdida de calificaciones laborales.

Mientras que en el caso del posicionamiento la acción de los gerentes o administradores de un sistema sociotécnico se caracteriza por situarse estratégicamente respecto de sus objetos y sujetos subordinados, la *iniciativa* hace referencia al margen de maniobra táctico que conservan esos mismos subordinados (trabajadores, consumidores) al momento de implementar una estrategia que ha sido dictada desde arriba. De este modo, se compensa un poco el control técnico y estratégico ejercido sobre los individuos subordinados en un sistema sociotécnico. En las sociedades precapitalistas, el uso de los dispositivos por parte de los usuarios no estaba claramente delimitado respecto de los programas o intenciones de sus administradores, por lo que a su vez la diferencia entre estrategia y táctica tampoco lo estaba. Únicamente en el capitalismo se ha consumado una fuerte separación entre posicionamiento e iniciativa, estrategia y táctica.

Así, pues, desde el punto de vista de la teoría de la instrumentalización, toda tecnología —artefactos o sistemas sociotécnicos— constituye una condensación de relaciones técnicas y sociales. Los principios técnicos —leyes naturales— y elementos técnicos —redondez, elasticidad, palanca, circuito eléctrico, etc.— que se ubican a nivel primario encuentran formas significativamente diferentes de concretizarse dependiendo de las restricciones del contexto sociocultural en que la tecnología es desarrollada. Estos principios y elementos son relativamente neutrales y una vez descubiertos “son como el vocabulario de un

---

<sup>192</sup> *La tecnología en cuestión*, pág. 237.

lenguaje: pueden ser enhebrados juntos —codificados— para formar una variedad de “oraciones” con diferentes significados e intenciones.”<sup>193</sup>

Al igual que uno no elige las oraciones en su discurso únicamente por su corrección gramatical, la configuración específica de una tecnología tampoco es seleccionada simplemente porque sea técnicamente coherente (funciona), o porque sea “eficiente”, pues, como veíamos desde SCOT, en realidad la tecnología está *subdeterminada* por el criterio de la eficiencia y responde a muchos intereses. El diseño de artefactos y sistemas sociotécnicos se lleva a cabo de acuerdo con lo que Feenberg denomina el “código técnico” de la tecnología. Un código técnico es una regla o principio de segundo orden de acuerdo con el cual se llevan a cabo elecciones técnicas, y puede verse como el reflejo directo de valores e intereses sociales. De nuevo, un código técnico es la expresión de valores e intereses sociales en forma de procedimientos y reglas que introducen regularidades en las prácticas de diseño o que se establecen como modelo a seguir. “Un código técnico es la realización de un interés en una solución técnicamente coherente de un tipo general de problema. Esa solución sirve entonces como un paradigma o modelo de un dominio completo de actividad técnica. La noción de código técnico presupone que hay muchas soluciones diferentes para los problemas técnicos.”<sup>194</sup>

También puede decirse que un código técnico es como la regla más general del juego técnico, una regla que sin embargo inclina la partida a favor del participante dominante. Este código estructura la interacción entre la instrumentalización primaria y la instrumentalización secundaria. Asimismo, esta noción guarda cierta similitud con los conceptos de “paradigma”, “marco tecnológico” (Wiebe Bijker) y “régimen tecnológico” (Arie Rip):

Tales regímenes incorporan muchos factores sociales expresados por los tecnólogos en lenguaje y prácticas puramente técnicos. Yo llamo a esos aspectos de los regímenes tecnológicos que pueden interpretarse mejor como

---

<sup>193</sup> *Transformar la tecnología*, pág. 128.

<sup>194</sup> *Ibíd.* pág. 46.

reflejos directos de valores sociales significativos el “código técnico” de la tecnología. *Los códigos técnicos definen el objeto en términos estrictamente técnicos de acuerdo con el sentido social que ha adquirido.* Estos códigos suelen ser invisibles porque, como la cultura misma, parecen ser una obviedad.<sup>195</sup>

Una forma de ver claramente cómo se expresa el código técnico es en el caso de los lugares y las herramientas de trabajo durante las primeras décadas de la Revolución Industrial, las cuales estaban diseñadas para los niños que eran empleados en las fábricas. Empero, una vez que se logró eliminar el trabajo infantil, el diseño (el código) de dichos lugares y herramientas tuvo también que modificarse y adaptarse a los requerimientos de los adultos. De igual modo, en el caso de la cadena de montaje, un determinado código técnico puede dar lugar a máquinas que requieran para su funcionamiento de un grado significativo de calificación laboral, mientras que otro puede simplemente promover máquinas cada vez más automatizadas en las que se reduzcan las habilidades del trabajador.<sup>196</sup>

Para Feenberg casos como los anteriores revelan la enorme flexibilidad de los artefactos y sistemas sociotécnicos. Y es precisamente en esta flexibilidad y posibilidad de configurar la tecnología de maneras alternativas, cada una con consecuencias significativamente diferentes, donde encuentra su fundamento lo que este pensador denomina la “ambivalencia de la tecnología”. Mientras que la trillada noción de “neutralidad de la tecnología” apunta a los posibles *usos* de una tecnología, de un medio para un fin particular, el concepto de “ambivalencia” hace referencia al *diseño* de conjuntos enteros de medios y fines:

Esta disponibilidad de la tecnología para desarrollos alternativos con consecuencias sociales diferentes es la que denomino su “ambivalencia”. Lo que está en juego con la ambivalencia de la tecnología no es sólo el rango

---

<sup>195</sup> *La tecnología en cuestión*, pp. 113-114, el énfasis es del autor.

<sup>196</sup> Para más detalles sobre el caso del trabajo infantil y cómo los niños fueron expulsados de las fábricas y redefinidos socialmente puede consultarse el capítulo 4 de *La tecnología en cuestión*. Respecto al segundo caso, Feenberg explora toda una tradición de *crítica al diseño* tecnológico que puede remontarse hasta las críticas de Marx al sistema de producción capitalista, pero se basa principalmente en trabajos más recientes de Shoshana Zuboff y Larry Hirschhorn. Sobre esto puede consultarse el capítulo 4 de *Transformar la tecnología*.

limitado de *usos* compatibles con un determinado diseño técnico, sino el rango completo de *efectos* de sistemas tecnológicos enteros.<sup>197</sup>

Si bien es cierto que los principios y elementos técnicos abstraídos y descontextualizados son relativamente neutrales, una vez que se combinan de cierta forma a partir de un contexto particular de restricciones socioculturales adquieren *inevitablemente* sesgos valorativos. Para ilustrar esto Feenberg menciona las palancas y engranajes que integran la línea de montaje, o los ladrillos y la argamasa que constituyen el panóptico. El diseño de la tecnología tiene siempre una carga valorativa. Sin embargo, lejos de representar un rasgo negativo o de añorar cierta pureza técnica, de acuerdo con Feenberg, esto es lo que permite que la tecnología pueda ser codificada para o bien mantener o bien subvertir la hegemonía social existente.

### **3.4.1 Racionalización democrática y diseño crítico**

Con lo expuesto hasta aquí podemos comprender en qué consiste lo que Feenberg denomina “racionalización democrática”. En primer lugar, este concepto se forjó en oposición a la “teoría de la racionalización” de Max Weber según la cual la modernidad se define por el creciente predominio del cálculo y el control sobre la vida social, o por la extensión de la racionalidad instrumental a casi todos los ámbitos sociales. Como consecuencia de esto, el poder se va concentrando cada vez más en torno a organizaciones impersonales mediadas técnicamente, o lo que Weber llama la “jaula de hierro” de la burocracia. Lo mismo es válido para la tecnocracia o el reino de los expertos, quienes en virtud de sus conocimientos y de los “imperativos tecnológicos” están destinados a dirigir la sociedad. Ahora bien, puesto que Weber considera que la racionalidad instrumental se encuentra libre de sesgos valorativos, toda oposición a dicho orden burocrático y tecnocrático es calificada de “irracional”.

Por tal motivo, la expresión “racionalización democrática” sería en realidad una contradicción en términos weberianos.<sup>198</sup> No obstante, para Feenberg, las intervenciones

---

<sup>197</sup> *La tecnología en cuestión*, pág. 26.

<sup>198</sup> *Ibíd.* pág. 99.

sociales “legas” o democráticas en los ámbitos mediados técnicamente no sólo no son irracionales, sino que pueden contribuir a mejorar su diseño al concretar potenciales técnicos ignorados o rechazados por la hegemonía capitalista imperante. De este modo, la “racionalización democrática” representa una manera alternativa de racionalizar la sociedad —en oposición a una “racionalización tecnocrática”—, así como una forma de preservar la agenciación en un universo cada vez más tecnocrático.

Así, pues, como hemos dicho más arriba, el concepto de “racionalización democrática” hace referencia a una amplia variedad de intervenciones no profesionales en ámbitos mediados técnicamente como la medicina, las comunicaciones, la educación, el diseño urbanístico, el diseño computacional, etc., las cuales desafían la racionalidad tecnológica predominante y apuntan a modificar lo que Feenberg denomina el “código técnico del capitalismo”. Esto significa que en el mundo industrial capitalista, la tecnología ha sido codificada estratégicamente para servir a los intereses de los capitalistas, los administradores, las corporaciones y las élites gobernantes a través de un “código técnico” cuya principal característica es lo que Feenberg denomina su “autonomía operacional”. Dicha autonomía puede entenderse como la capacidad de los capitalistas o administradores de tomar decisiones independientemente de las necesidades y valores de los sujetos que ocupan una posición subordinada en un sistema sociotécnico. Al respecto, cito en extenso a Feenberg:

La autonomía operacional es el poder de realizar elecciones estratégicas entre racionalizaciones alternativas, sin considerar las externalidades, la práctica consuetudinaria, las preferencias de los trabajadores o el impacto de las decisiones en sus hogares. Cualquiera sean los otros fines que el capitalista persiga, todas las estrategias viables implementadas desde su peculiar posición en el sistema social deben reproducir su autonomía operacional. El “metaobjetivo” de preservar y ampliar su autonomía debe ser incorporado gradualmente en la forma habitual de realizar las cosas, sesgando la solución de cualquier problema práctico hacia determinadas respuestas típicas. En las sociedades industriales, las estrategias de dominación consisten primeramente en introducir esta continuidad en los procedimientos técnicos, estándares y

artefactos, con el fin de establecer un marco en el cual la actividad técnica diaria sirva a los intereses del capital.<sup>199</sup>

Esto puede verse claramente en el ámbito fabril, por ejemplo cuando los administradores optan por diseños de máquinas cada vez más automatizadas y, como consecuencia, las habilidades que el trabajador debe poner en práctica quedan reducidas al mínimo. Otro caso muy ilustrativo lo encontramos ya en el segundo capítulo de este trabajo al analizar la filosofía política de Langdon Winner. Ahí vimos cómo la introducción de máquinas moldeadoras en una fábrica de cosechadoras Cyrus McCormick en Chicago, cuya eficiencia no estaba demostrada, se llevó a cabo con la intención de dismantelar el sindicato. Estos casos, sin embargo, no son exclusivos del mundo laboral, sino que pueden hacerse extensivos a otras organizaciones sociales en la medida en que la “división del trabajo se convierte en el modelo de división de la sociedad entre gobernados y gobernantes.”<sup>200</sup>

Las prácticas de “racionalización democrática” constituyen formas de resistencia inmanentes al control estratégico de los administradores, posibilitadas por el margen de maniobra táctico de los subordinados creado por la implementación de un sistema sociotécnico. No son los ciudadanos como tales los que llevan a cabo estas intervenciones, sino aquellos individuos que ven afectados en algún sentido sus intereses personales (condiciones de trabajo y de vida, seguridad, salud, efectos secundarios, etc.) debido a una determinada acción técnica; lo que Feenberg refiere como “intereses de participante”. En este punto, Feenberg se basa en la teoría de la acción de Michel de Certeau y particularmente en su distinción entre *estrategia* y *táctica*. A diferencia de una oposición frontal, la táctica “trastoca los códigos predominantes desde adentro al introducir diversas e imprevistas demoras, combinaciones e ironías a la aplicación de las estrategias.”<sup>201</sup> En este sentido, la “racionalización democrática” constituye una *micropolítica* de la tecnología.

---

<sup>199</sup> *Transformar la tecnología*, pág. 125.

<sup>200</sup> *La tecnología en cuestión*, pág. 127. En el capítulo 5 de *Transformar la tecnología* Feenberg estudia el caso de la educación a distancia, las distintas formas de comprenderla y efectuarla, así como las implicaciones sociales de cada alternativa.

<sup>201</sup> *Ibíd.*, pág. 140.

El concepto de “racionalización democrática” comprende prácticas tan variadas como el diálogo innovador, el diseño participativo y la apropiación creativa de tecnologías. Se trata de acciones que buscan modificar el “código técnico” del capitalismo, en las que un público lego termina participando con especialistas y que, en último término, abren las cuestiones técnicas al debate democrático. El *diálogo innovador* puede verse en las controversias ambientales, en las cuales un grupo de activistas busca cambiar leyes o regulaciones a fin de incorporar al “código técnico” consideraciones éticas, como la protección de la naturaleza y la salud humana. Sin embargo, también son los especialistas mismos quienes pueden promover un diálogo innovador con aquellos que se verán afectados por sus actividades y, más aún, un proceso de *diseño participativo* en la configuración de artefactos y sistemas sociotécnicos, como ha sucedido en Suecia y en algunos casos de asistencia agrícola al Tercer Mundo.

En Suecia, por ejemplo, destaca el proyecto UTOPIA que unió a diseñadores de software con los trabajadores de periódicos para desarrollar formas innovadoras de computarizar el proceso de impresión. Aunque el software sólo funcionaba en su lugar de origen y no llegó a convertirse en el modelo que sus creadores habían previsto, sí logró establecer un principio de comunicación y colaboración efectivas. Otro caso representativo de diseño participativo ocurrió en Tanzania, lugar a donde se envió a especialistas noruegos para que enseñaran a los pueblos costeros a construir embarcaciones de estilo europeo. Con el tiempo, empero, las playas de Mbegani y Bagamoyo terminaron repletas de botes oxidados e inservibles debido a que los pescadores locales no contaban con el equipo necesario para repararlos. Por tal motivo, uno de los especialistas noruegos recurrió a los constructores de botes locales para obtener ideas sobre cómo proceder y juntos modificaron un diseño tradicional de tal manera que lograron mejorar su tamaño y estabilidad.<sup>202</sup>

Por lo que respecta a la *apropiación creativa de tecnologías*, se trata de intervenciones por parte de *hackers* o usuarios comunes quienes llevan cabo una reinención de los artefactos o sistemas sociotécnicos existentes al inscribirles originales e innovadores propósitos, al concretizar potenciales ambivalentes que no habían sido previstos por los

---

<sup>202</sup> Para más detalles vid. *La tecnología en cuestión*, pág. 151 y siguientes.

administradores. Aquí nos interesa destacar especialmente un par de casos emblemáticos provenientes de los campos de la informática y de la medicina.

El primero está relacionado con la red francesa de comunicaciones conocida como Minitel. A principios de la década de 1980 una compañía telefónica distribuyó millones de terminales gratuitas llamadas Minitels, las cuales estaban diseñadas como un complemento del teléfono doméstico y ofrecían la posibilidad de acceder a servicios de información y bases de datos. Aunque inicialmente fue ideada por los ingenieros de la compañía como una forma de modernizar a la sociedad francesa ofreciéndole un medio de distribución de información, la red fue pronto utilizada —hackeada— por los usuarios como un medio para comunicarse con otros a través de un chat anónimo en busca de diversión, compañía y sexo. Mediante este uso innovador, no previsto por los técnicos de la red, el Minitel pasó de ser un simple medio de distribución de información a ser un medio de comunicación. Además, prefiguró a nivel local lo que más tarde Internet haría a nivel global, de tal manera que en la actualidad a nadie se le olvidaría mencionar la comunicación humana como una de las principales aplicaciones de las computadoras.

El último caso que nos interesa pertenece al campo de la medicina y la lucha de los pacientes con SIDA. Durante la década de 1980 en Estados Unidos la medicina clínica tenía una tendencia organizativa de corte paternalista y tecnocrático que, por un lado, restringía severamente el acceso de los enfermos con SIDA a los tratamientos experimentales y, por el otro, se guiaba primordialmente por los intereses de la investigación científica y de la industria farmacéutica, en vez de enfocarse en la atención médica. Como consecuencia de esto, los pacientes, quienes pasaban gran parte de su vida en el mundo definido por la medicina, parecían estar excluidos de la atención y los cuidados en virtud de su enfermedad incurable. Asimismo, su papel parecía quedar reducido al de simples objetos manipulables de la investigación científica.

Sin embargo, este sistema fue desestabilizado por las demandas de miles de pacientes con SIDA quienes exigieron un acceso generalizado a los tratamientos experimentales y a los fármacos en proceso de investigación. Esto fue posible gracias a que la mayoría de los pacientes se encontraban previamente vinculados a redes sociales movilizadas en torno a

los derechos de los homosexuales. Como resultado, la Administración de Alimentos y Medicamentos norteamericana (FDA, por sus siglas en inglés) se vio obligada a generar un diálogo innovador con los activistas del SIDA y los ubicó en comités regulatorios importantes. De esta manera, se logró hacer de la medicina experimental una forma de atención para los pacientes incurables. Pero antes fue necesario traducir las demandas éticas de los pacientes a una forma técnica adecuada, de tal manera que pudieran ser satisfechas en el transcurso de la investigación científica. El resultado de esto, nos dice Feenberg, “fue el surgimiento de un nuevo código técnico que respaldaba una práctica significativamente modificada de la medicina experimental ubicada en la intersección entre los intereses de participante de los pacientes y el interés científico de los investigadores.”<sup>203</sup>

Finalmente, queremos puntualizar en qué se distinguen estas prácticas de racionalización democrática de otros tipos similares de adopción y adaptación de tecnología, como el enfoque de evaluación constructiva de tecnologías (CTA). Feenberg señala tres características distintivas de las prácticas de racionalización democrática: (i) no son conservadoras, sino prefigurativas, es decir, se orientan hacia el futuro, en vez de proteger valores tradicionales de la tecnología; (ii) representan una amplia gama de problemáticas modernas, por ejemplo, derechos humanos, salud, medioambiente, calidad del trabajo, etc.; (iii) hacen énfasis en la *comunicación humana* por lo que suelen involucrar estrategias comunicativas innovadoras para “tematizar estas problemáticas como cuestiones públicas en una sociedad tecnocrática.”<sup>204</sup>

Ahora bien, aunque Feenberg menciona las características anteriores con el propósito explícito de diferenciar su concepto de “racionalización democrática” de la noción de “domesticación” elaborada por Roger Silverstone, consideramos que son parcialmente válidas para diferenciarlo del enfoque CTA. Y decimos “parcialmente” porque dichas características no resultan en absoluto incompatibles con CTA. Sin embargo, podemos añadir otra característica que resulta de vital importancia y que concede una gran ventaja a las prácticas de racionalización democrática con respecto a las de CTA: a diferencia de

---

<sup>203</sup> *Ibíd.*, pp. 171-171.

<sup>204</sup> *Ibíd.*, pág. 135.

éstas, las prácticas de racionalización democrática no dependen de una autoridad o institución más o menos centralizada que las impulse, pues, como hemos visto, son formas de resistencia *consustanciales* a las formas tecnocráticas de control, posibilitadas por el margen de maniobra táctico que se abre para los subordinados con la implementación misma de alguna tecnología. A modo de síntesis, Feenberg escribe:

Incluso a medida que la tecnología expande su alcance, las redes mismas quedan expuestas a la transformación por parte de los individuos que las integran. Los seres humanos aún representan el potencial no materializado de sus tecnologías. Su resistencia táctica a los diseños establecidos puede imponer nuevos valores a las instituciones técnicas y crear un nuevo tipo de sociedad moderna. En vez de una tecnocracia en donde la tecnología supere en todo sentido la comunicación humana, podemos construir una sociedad democrática en donde el avance técnico promueva el avance comunicativo.<sup>205</sup>

### 3.5 Conclusión

En este capítulo hemos continuado con la crítica a la tesis de la Autonomía de la Tecnología, en sus interpretaciones AT2 y AT3. Según AT2, el desarrollo tecnológico conlleva siempre efectos secundarios o impactos que son absolutamente imprevisibles. Según AT3, a medida que los sistemas sociotécnicos evolucionan, adquieren *momentum* o “impulso tecnológico”, por lo que se vuelve cada vez más difícil controlarlos o reorientarlos. Con tal propósito, hemos revisado, en primer lugar, el enfoque de evaluación constructiva de tecnologías (CTA), el cual forma parte de un nuevo paradigma de evaluación de tecnologías (*Technological Assessment*) y, en segundo lugar, la teoría crítica de la tecnología propuesta por Andrew Feenberg.

Además de establecer cierta continuidad con los dos grandes ejes críticos trazados en el capítulo anterior, ambos enfoques parten de una común aspiración democrática y antitecnocrática. Asimismo, coinciden en que la democratización del cambio tecnológico implica la ampliación de los procesos de diseño, la cual se articula a través de los conceptos

---

<sup>205</sup> *Ibíd.*, pág. 157.

de *diseño amplio*, *diseño reflexivo* y *diseño crítico*. Hemos sostenido que tales conceptos resultan complementarios, pero que las prácticas de “racionalización democrática” poseen un rasgo que las distingue y les otorga cierta ventaja respecto de las prácticas de evaluación constructiva de tecnologías: no dependen de una autoridad o institución más o menos centralizada para efectuarse. Por tanto, allí donde no haya voluntad o disposición política por parte del gobierno o alguna autoridad, los usuarios mantienen la posibilidad de modificar —hackear— los artefactos o sistemas sociotécnicos en que participan.

En relación con AT2, CTA sostiene que los efectos secundarios se construyen socialmente a medida que las tecnologías toman forma y se estabilizan. Esto puede verse especialmente en el caso de la construcción del depósito de residuos en Alemania. En esa misma dirección, Feenberg mantiene que los efectos secundarios se originan principalmente en los valores antidemocráticos que dominan el diseño tecnológico. Por lo que respecta a AT3, CTA presenta mecanismos y estrategias concretas para lograr que el *momentum* de un sistema sociotécnico altamente atrincherado cambie de dirección. Esto se muestra especialmente en el caso de la industria del procesamiento de Pescado en Dinamarca. A su vez, hemos visto cómo las prácticas de racionalización democrática analizadas por Feenberg pueden contribuir también a modificar dicho *momentum*.

Por último, aunque CTA posee un carácter marcadamente reformista y, en cambio, las prácticas de racionalización democrática apuestan por un cambio civilizatorio fundamental, nada impide que, en conjunto, ambos enfoques desafíen la “autonomía de la tecnología” y representen un contrapeso significativo a la ilusión de “determinismo tecnológico” que caracteriza a las sociedades modernas.

## Conclusiones

En este trabajo hemos estudiado una de las concepciones más difundidas y arraigadas acerca de la tecnología en el mundo moderno, a saber, el “determinismo tecnológico” y la “autonomía de la tecnología”. En el primer capítulo, hemos explorado las distintas interpretaciones que se han dado a dichos términos, así como las principales problemáticas asociadas comúnmente a cada uno de ellos. Asimismo, hemos propuesto una definición lo más clara y acotada posible que recoge dichas problemáticas y que constituye el punto de partida para su crítica en los capítulos posteriores. Así, nuestra propuesta distingue dos tesis, la primera corresponde a la tesis del Determinismo Tecnológico (DT) y la segunda a la tesis de la Autonomía de la Tecnología (AT), cada una conformada por las siguientes afirmaciones:

DT *a*) la lógica interna —como la continua búsqueda de la eficiencia— o cierta propiedad autogeneradora es *el factor más importante*, aunque no el único, que interviene en la determinación del curso del desarrollo tecnológico. Los factores de carácter no-técnico, como los valores estéticos, religiosos o morales, o las necesidades e intereses más amplios, se encuentran subordinados al criterio de la eficiencia. Si bien puede hablarse de una secuencia lineal o predeterminada de etapas por las que ha de pasar la tecnología en su desarrollo, se trata de un hecho *contingente*, pues nada obliga a transitar por ellas. La agencia humana desempeña en este proceso un papel significativo, aunque subordinado a la búsqueda de la eficiencia.

DT *b*) la tecnología es *el factor más importante*, aunque no el único, que interviene en la determinación del cambio social, o de la estructura de la sociedad y la cultura. La relación entre el cambio tecnológico y el cambio social es bidireccional, pues no es sólo la sociedad la que tiene que adaptarse a la tecnología, sino que a su vez la tecnología también debe adaptarse a la sociedad. Por tal motivo, un determinado nivel de desarrollo tecnológico es compatible con distintos órdenes sociales. Si bien la agencia humana desempeña un papel significativo en este proceso, la tecnología mantiene la *preeminencia*.

AT1 expresa que el desarrollo tecnológico está gobernado por una *lógica interna* —como la continua búsqueda de la eficiencia— o por cierta *propiedad autogeneradora*, por lo cual se realiza con independencia de factores de carácter no-técnico, como los valores estéticos, religiosos y morales, o bien las necesidades e intereses más amplios.

AT2 el desarrollo tecnológico es *ambivalente* y conlleva siempre impactos o efectos secundarios que son absolutamente *imprevisibles*.

AT3 a medida que los sistemas sociotécnicos evolucionan y se expanden van integrando y comprometiendo un mayor número de componentes materiales y humanos. Como resultado de esta diversidad y complejidad, los sistemas sociotécnicos adquieren una especie de inercia o *momentum* que los vuelve cada vez más difíciles de controlar u orientar.

En el segundo capítulo hemos emprendido la crítica de las interpretaciones DT *a)* y DT *b)*, así como de AT1. Con tal propósito, hemos recurrido al enfoque del Constructivismo Social de la Tecnología (SCOT) y a la filosofía política de la tecnología elaborada por Langdon Winner. Particularmente, hemos visto que la búsqueda de la eficiencia —o alguna otra propiedad autogeneradora— no es el factor más importante que interviene en el desarrollo tecnológico, sino que éste expresa una multiplicidad de intereses, necesidades y valores sociales. De igual modo, hemos visto que el *cambio tecnológico* no es el factor más importante que determina el *cambio social*, que la tecnología y la sociedad constituyen en realidad un ámbito al que es más adecuado referirse como lo *sociotécnico* y que, por lo tanto, es erróneo afirmar categóricamente que lo técnico determina lo social o viceversa. Pero si, por una parte, SCOT ha enriquecido nuestra comprensión histórica y sociológica del cambio tecnológico, por otra, la filosofía política de Winner amplía nuestra comprensión filosófico-política de la tecnología, y nos ha permitido hacer de ésta una cuestión clara y profundamente política.

Por último, en el tercer capítulo nos hemos ocupado de la crítica de las restantes interpretaciones de la tesis de la Autonomía de la Tecnología, AT2 y AT3, las cuales hacen referencia a cierta “incontrolabilidad” relacionada ya sea con una imprevisibilidad absoluta

o con el *momentum* que adquieren los sistemas sociotécnicos a medida que evolucionan.<sup>206</sup> Con tal propósito, hemos recurrido al enfoque de Evaluación Constructiva de Tecnologías (CTA), así como a la filosofía de la tecnología elaborada por Andrew Feenberg. El primero nos ha permitido mostrar que, por un lado, los supuestos efectos secundarios del desarrollo tecnológico no son absolutamente imprevisibles, sino que dependen primordialmente de la manera en que se diseña y, por otro, que existen mecanismos y estrategias concretos para modificar o reorientar significativamente la trayectoria de ciertos sistemas sociotécnicos con un alto grado de *momentum*. En este mismo sentido, la filosofía de la tecnología de Feenberg coincide en que los efectos secundarios del desarrollo tecnológico se originan en los valores antidemocráticos que gobiernan su diseño y, adicionalmente, hemos sostenido que las prácticas de “racionalización democrática” constituyen un complemento fundamental para las estrategias de evaluación constructiva de tecnologías. En conjunto, ambos enfoques representan una manera novedosa no sólo de comprender el desarrollo tecnológico, el *cambio tecnológico* y su relación con el *cambio social*, sino, además, de diseñar y, en ese sentido, de controlar la tecnología.

Finalmente, podemos observar que si bien la creencia en el “determinismo tecnológico” y la “autonomía de la tecnología” constituye un elemento central del mundo moderno, se trata en realidad de una concepción que no se sostiene ni como teoría del cambio tecnológico ni como teoría del cambio social. En este sentido, los recientes estudios sociales de la tecnología, así como la reflexión filosófica actual, aportan elementos teóricos y prácticos relevantes para que dicha ilusión de determinismo comience por fin a desvanecerse.

---

<sup>206</sup> Aquí es importante subrayar que si bien en el caso de DT a) y AT1 se habla también de cierta “incontrolabilidad”, ésta tiene su origen en una supuesta *lógica interna*, mientras que en el caso de AT2 y AT3, la “incontrolabilidad” dimana de una *dinámica externa*, es decir, que surge sólo hasta que una tecnología o sistema sociotécnico se encuentra ya en funcionamiento.

## Referencias

- Aibar, Eduardo, “La vida social de las máquinas: orígenes, desarrollo y perspectivas actuales en la sociología de la tecnología”, *Reis*, no. 76 (1996): 141-170.
  
- , José Antonio Díaz, “Dos décadas de evaluación de tecnologías: del enfoque tecnocrático al diseño actual” *Sistema: Revista de ciencias sociales*, no 123, (1994), pp. 95-113.
  
- Asimov, Isaac, “La máquina y el robot” en *Visiones de robot*, versión epub disponible en internet.
  
- Bacon, Francis, *Novum Organum* [est. prel. y notas Risieri Frondizi; tr. Clemente Fernando Almorí], Buenos Aires: Losada, 2004.
  
- Bijker, Wiebe E., “How Is Technology Made? That Is the Question!” *Cambridge Journal of Economics* 34, no. 1 (2010): 63-76.
  
- , Trevor J. Pinch, “La construcción social de hechos y artefactos: o acerca de cómo la sociología de la ciencia y la sociología de la tecnología pueden beneficiarse mutuamente” en Thomas y Buch, 2008.
  
- “La construcción social de la baquelita” en Thomas y Buch, 2008.
  
- “¿Cómo y por qué es importante la tecnología?”, *Redes* 11 (2005): 19-53.
  
- “Understanding Technological Culture through a Constructivist View of Science, Technology, and Society” en *Visions of STS. Counterpoints in science, technology, and society studies*, C. Mitcham y S. H. Cutcliffe (eds.), Albany, NY: State University of New York Press, 2001.
  
- “Do Not Despair: There Is Life after Constructivism” *Science, Technology, & Human Values* 18, no. 1 (1993): 113-138.
  
- Bimber, Bruce, “Tres caras del determinismo tecnológico” en Smith y Marx, 1996.

- Carlyle, Thomas, “Signos de los tiempos (1829)”, disponible en The Victorian Web. Ed. George Landow: <http://www.victorianweb.org/espanol/autores/carlyle/signos/signos1.html>
- Condliffe, Jamie: <https://www.technologyreview.es/s/6128/la-ley-de-moore-llegara-su-fin-en-2021-segun-admiten-los-fabricantes-de-chips> .
- *CTS: una aproximación conceptual*. Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), disponible en internet.
- Cutcliffe, Stephen H., *Ideas, máquinas y valores: los estudios de ciencia, tecnología y sociedad*. Barcelona, España: Anthropos México Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, División de Ciencias Sociales y Humanidades, 2003.
- Chandler, Daniel, “Imagining Futures, Dramatizing Fears: The Portrayal of Technology in Literature and Film”, 1994. <http://visual-memory.co.uk/daniel/Documents/SF/> . [Consultado 20 de julio del 2016].
- Diéguez, Antonio, “El determinismo tecnológico: indicaciones para su interpretación” en *Argumentos de Razón Técnica*, n°8, 2005.
- Dusek, Val, *Philosophy of technology: an introduction*, Malden, Massachusetts: Blackwell, 2006.
- Elliott, David, Ruth Elliott, *El control popular de la tecnología*, [tr. Carlos Gómez González], Barcelona: Editorial Gustavo Gili, c1980.
- et al, *Diseño, tecnología y participación*, [tr. Cristina Holm], Barcelona: Gustavo Gili, 1980.
- Ellul, Jacques, “El orden tecnológico”, en *Filosofía y tecnología*, Carl Mitcham y Robert Mackey (eds), [Ignacio Quintanilla Navarro], Madrid: Encuentro Ediciones, 2004.
- *La edad de la técnica*; [traducción del francés de Joaquim Sirera Riu y Juan León], España, Ediciones Octaedro: 2003.

- Espinosa, Emilio Lamo de, et al, *La sociología del conocimiento y de la ciencia*, Madrid: Alianza, 1994.

- Feenberg, Andrew, *La tecnología en cuestión*, [tr. Carla Scotta, Gabriel Merlino], Buenos Aires: Prometeo Libros, 2016.

————— *Transformar la tecnología: una nueva visita a la teoría crítica*, [tr. Claudio Daniel Alfaraz et al.] Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes, 2012.

- González de la Fe, Teresa y Jesús Sánchez Navarro, “Las Sociologías del conocimiento científico” *Reis: Revista española de investigaciones sociológicas*, no. 43 (1988): 75-124.

- Heidegger, Martin, *Serenidad*; [versión de Ives Zimmermann], Barcelona: Ediciones del Serbal, 2002.

————— “La pregunta por la técnica” en *Conferencias y artículos*; [tr.de Eustaquio Barjau], Barcelona: Ediciones del Serbal, 1994.

- Heilbroner, Robert, “¿Son las máquinas el motor de la historia?” en Smith y Marx, 1996.

————— “Reconsideración del determinismo tecnológico” en Smith y Marx, 1996.

- Herbold, Ralf, “Technologies as Social Experiments. The Construction and Implementation of a High-Tech Waste Disposal Site” en Rip, Schot y Misa, 1995.

- Hughes, Thomas P., “La evolución de los grandes sistemas tecnológicos” en Thomas y Buch, 2008.

————— “El impulso tecnológico” en Smith y Marx, 1996.

- Joy, Bill, “Por qué el futuro no nos necesita”, disponible en internet: [http://www.oocities.org/es/loitaluddita/mencer/bill\\_joy.htm](http://www.oocities.org/es/loitaluddita/mencer/bill_joy.htm) .

- Linares, Jorge, *Ética y mundo tecnológico*, México: FCE, UNAM, FFYL, 2008.

- Löwy, Michael, Robert Sayre, *Rebelión y melancolía: el romanticismo a contracorriente de la modernidad*; [tr. Graciela Montes] Buenos Aires: Nueva visión, 2008.
- Luján, José Luis, Luis Moreno, “El cambio tecnológico en las ciencias sociales: el estado de la cuestión” *Reis: Revista española de investigaciones sociológicas*, no 74, (1996): pp. 127-161.
- Martínez, Sergio F., Edna Suárez, *Ciencia y tecnología en sociedad: el cambio tecnológico con miras a una sociedad democrática*, México: UNAM: Limusa, 2008.
- Marx, Karl, *Contribución a la crítica de la economía política*, [ed. tr. Jorge Tula et al], España: Siglo XXI, 2008.
- Marx, Leo, “La idea de «tecnología» y el pesimismo postmoderno” en Smith y Marx, 1996.
- Mitcham, Carl (ed.), *Encyclopedia of science, technology and ethics*, Farmington Hills, Michigan: Macmillan Reference USA, c2005.
- *¿Que es la filosofía de la tecnología?*, Barcelona: Anthropos, 1989.
- Moñivas, Jesús Romero, “Tecnología y discurso político: estudio empírico del determinismo tecnológico en la retórica política.”, *RIPS: Revista de investigaciones políticas y sociológicas*, ISSN 1577-239X, Vol. 10, Nº. 3, 2011, págs. 27-56.
- Pinch, Trevor, “La construcción social de la tecnología: una revisión” en *Innovación tecnológica y procesos culturales: nuevas perspectivas teóricas*, María Josefa Santos, Rodrigo Díaz, (comp.), México, D.F.: Fondo de Cultura Económica, 1997.
- Ramos, Samuel, *El perfil del hombre y la cultura en México*, México: Espasa-Calpe, 1951.
- Remmen, Arne, “Pollution Prevention, Cleaner Technologies and Industry” en Rip, Schot y Misa, 1995.

- Rip, Arie, Johan Schot, "The Past and the Future of Constructive Technology Assessment" *Technological Forecasting and Social Change* 54, no. 2-3 (1997): 251-268.
- , Thomas J. Misa (eds.), *Managing technology in society: the approach of constructive technology assessment*, London: Pinter, 1995.
- Salazar, Gabriel Pérez, "El determinismo tecnológico: una política de Estado". *Revista Digital Universitaria*, ISSN: 1607-6079, 10 de octubre 2006, Vol. 7, No. 10. Disponible en: <http://www.revista.unam.mx/vol.7/num10/art87/int87.htm>.
- Schot, Johan W., "Evaluación constructiva de tecnologías y dinámica de tecnologías: el caso de las tecnologías limpias" en *Ciencia, tecnología y sociedad: lecturas seleccionadas*, Marta I. González García, José A. López Cerezo y José Luis Lujan (eds.), Barcelona: Ariel, 1997.
- Smith, Merritt Roe, Leo Marx, (eds.), *Historia y determinismo tecnológico*, Madrid: Alianza Editorial, 1996.
- "El determinismo tecnológico en la cultura de Estados Unidos" en Smith y Marx, 1996.
- Thomas, Hernán, Alfonso Buch (eds.), *Actos, actores y artefactos: sociología de la tecnología*, Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes, 2008.
- Toffler, Alvin, *El "shock" del futuro*, México: FCE, 1973.
- Vermaas, Pieter, et al, *A Philosophy of technology: from technical artefacts to sociotechnical systems*, Morgan & Claypool, 2011.
- Vinge, Vernor, "La Singularidad" en *El rival de prometeo: vidas de autómatas ilustres*, Marta Peirano y Sonia Bueno Gómez-Tejedor (eds.), Madrid: Impedimenta, 2009.
- White, Lynn, *Tecnología medieval y cambio social*; [tr. Ernesto Córdoba Palacios] Barcelona: Paidós Ibérica, 1990.

- Williams, Rosalind, “Las dimensiones políticas y feministas del determinismo tecnológico” en Smith y Marx, 1996.

- Winner, Langdon, “Dos visiones de la civilización tecnológica” en *Ciencia, tecnología, sociedad y cultura en el cambio de siglo*, José A. López Cerezo, José M. Sánchez Ron (eds.), Madrid: Biblioteca Nueva, c2001.

————— “Constructivismo social. Abriendo la caja negra y encontrándola vacía” en *Sociología de la ciencia y la tecnología*, J. Manuel Iranzo *et al* (eds.), [tr. J. Rubén Blanco *et al*], Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1994.

————— *La ballena y el reactor: una búsqueda de los límites en la era de la alta tecnología*, [tr. Elizabeth B. Casals], Barcelona: Gedisa, 1987.

————— *Tecnología autónoma: la técnica incontrolada como objeto del pensamiento político*, Barcelona; México: Gustavo Gili, 1979.