

# LA RELACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN LA SOCIEDAD ACTUAL

## Análisis de algunos criterios y valores epistemológicos y tecnológicos y su influencia dentro del marco social

FRANCISCO GARCÍA MORENO

I.E.S Doñana, Almonte (Huelva)

Vicepresidente de la Asociación Andaluza de Filosofía (AAFi)

fgm02439@averroes.cica.es

**Resumen:** En los albores del nuevo siglo, la Tecnología ha irrumpido con tal ímpetu que parece estar cambiando todas las estructuras sociales y científicas hasta ahora conocidas. Sin embargo, aún hoy en día, hay quienes consideran que la Tecnología no es más que Ciencia aplicada, sin tener en consideración el propio carácter de la racionalidad tecnológica. Desde estas páginas se mantiene que eso no es así, y que la racionalidad tecnológica tiene una forma de hacer y de ser, que la distinguen profundamente del conocimiento científico, aunque englobe a éste. El sistema tecnológico ha alcanzado tal fuerza por su capacidad de innovación y de éxitos que es merecedor, y también necesario, de una reflexión filosófica. Estas líneas tratarán de abordar, brevemente, las reflexiones que sobre la Tecnología, han hecho autores como Winner, Marcuse o Habermas, para después valorar las dos grandes innovaciones que la racionalidad tecnológica ha introducido en nuestro mundo: la revolución informática y la biotecnología.

**Abstract:** At the beginning of this new century, Technology has burst in with such an impulse that it seems to be changing all social and scientific structures known to the present. Nevertheless, still today, there are persons that consider Technology just as an applied Science, not having into account the real character of the technological rationality. From these pages it is maintained that this is not so, that the technological rationality has its own way of making and being which distinguishes it deeply from the scientific knowledge, although the former includes the later. The technological system has reached such power due to its capacity of innovation and success that it deserves, and also it is necessary, a philosophical

reflection. These lines will try to deal briefly with the reflections that about technology have made authors like Winner, Marcuse or Habermas, considering later the two big innovations that the technological rationality has introduced in our world: the computer revolution and the biotechnology.

#### INTRODUCCIÓN.

Con una simple mirada a nuestro alrededor podemos obtener la evidencia de que la Ciencia y la Tecnología se han constituido en dos de los elementos referenciales fundamentales de nuestra época. Las razones de ello se deben tanto al papel rector que ocupan socialmente, como por la dependencia que de la tecnología tenemos actualmente dentro de nuestra sociedad occidental, dependencia que se plasma en el hecho de que vivimos en un mundo modelado por la tecnología, y en el cuál, ésta marca las pautas de vida social y el ritmo del progreso. La Ciencia y la Tecnología han ido transformando desde mediados del siglo pasado la vida social e incluso individual del ser humano hasta conformar un entorno nuevo. Entorno que guarda una gran distancia respecto a aquél en el que históricamente hemos venido desarrollando nuestra propia existencia. Así pues, podemos adelantar como conclusión que el desarrollo científico primero y el tecnológico después han tenido unos papeles relevantes en muchas de las transformaciones sociales, que no afectan sólo a lo relativo a las condiciones materiales de la vida, sino también en la propia organización interna y a los valores y creencias compartidos que, en definitiva, conforman la cultura. Es notorio que las economías de todo el mundo se han hecho más interdependientes a escala global, que se han ido introduciendo nuevas formas de relaciones económicas, y que la expansión de las redes informáticas ha posibilitado la universalización de intercambios y relaciones, al poner en contacto a amplios sectores de ciudadanos de países muy distantes entre sí. La globalización ha supuesto no sólo el trasvase de personas de los países subdesarrollados hacia las sociedades del bienestar del norte, sino también ha aumentado el flujo de intercambios de capitales y tecnología entre los países desarrollados, en su afán por incrementar sus cuotas de crecimiento y de competitividad.

Desde la perspectiva de los países desarrollados, la sociedad actual es más segura y confortable y dispone del mayor bagaje de información y conocimiento sobre la realidad del que ha dispuesto durante todo su desarrollo histórico.

Por todo lo expresado anteriormente, no cabe duda, pues, de que nuestra sociedad se caracteriza por ser una sociedad tecnológica. Vivimos en un mundo que tiene necesidad de producir tecnología, y dicha producción se lleva a cabo mediante múltiples medios, a saber: investigación científica, inversiones en desarrollo tecnológico, producción industrial, capital económico y humano y aprovechamiento de recursos naturales y artificiales. Sin olvidar por supuesto las actividades de las instituciones públicas y privadas dedicadas a la investigación y hasta la propia educación escolar. Todos estos medios se encuentran de alguna manera interrelacionados entre sí, dando lugar a lo que podríamos llamar sistema tecnológico. Sistema tecnológico que está configurando no sólo nuestro mundo, sino EL MUNDO<sup>1</sup>.

Nos vemos pues en la obligación de tener que definir y caracterizar el sistema tecnológico contemporáneo para así, poder comprender el papel relevante que la ciencia y la tecnología han tenido y tienen en la caracterización y conformación de la sociedad actual. Podemos definir un *sistema tecnológico* como un conjunto de unidades activas de carácter científico y tecnológico que se encuentran interrelacionadas entre sí dentro de un contexto común (dentro de un determinado ámbito científico-tecnológico). En dicho sistema todos los medios poseen la característica común de encontrarse orientados a la finalidad de producir nuevas tecnologías, mejorar las ya existentes y transmitir las a la sociedad.

El sistema tecnológico está compuesto de los siguientes elementos:

- 1) El *conocimiento científico*, es decir, el conjunto de conocimientos acerca de la naturaleza, el ser humano y la sociedad que hemos ido acumulando a lo largo de la historia.
- 2) *Recursos técnicos*. Son el resultado de la combinación del saber científico y otros recursos. Los recursos técnicos de que dispone el sistema tecnológico pueden ser clasificados en dos grandes grupos:
  - A) Recursos materiales. Se encuentran constituidos por el conjunto de elementos físicos extraídos de la naturaleza y que, o bien, en su estado primario, o bien, transformados, se utilizan en la producción. Dichos recursos, junto con el conocimiento científico, configuran la base del sistema tecnológico, ya

<sup>1</sup> Las mayúsculas no son casuales.

que cualquier aplicación tecnológica necesita de un soporte material. Este tipo de recursos se puede subdividir en:

- B) Recursos naturales: se definen como aquellos que se encuentran en la naturaleza, en forma de materias primas o de energía, a disposición del sistema productivo. Su principal característica es que han de ser extraídos de la fuente de la que proceden y ser tratados y transformados por los seres humanos para su posterior aprovechamiento.
  - C) Recursos instrumentales: constituidos por el conjunto de máquinas y herramientas. Una herramienta es un instrumento inerte cuya eficacia depende por completo de la fuerza y habilidad del sujeto que lo maneja
- 3) *Recursos humanos*: el conocimiento científico está determinado, sobre todo, por el papel que desempeñan los recursos humanos del sistema tecnológico, es decir, el conjunto de profesionales que se dedican a la realización de tareas relacionadas con el desarrollo de la investigación científica y el conocimiento técnico.

Una vez especificado qué entendemos por sistema tecnológico pasaremos ahora a analizar las relaciones existentes entre ciencia y tecnología para ver como estas influyen decisivamente en el entorno social en el que actúan y comprobar cuál es su área real de influencia.

#### 1. LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN EL SISTEMA TECNOLÓGICO: LA CONFUSIÓN ENTRE CIENCIA Y TECNOLOGÍA.

Conviene comenzar este apartado con cierta distinción de significados. Y digo que conviene, porque sólo desde una claridad conceptual podremos señalar decisivamente las diferencias y semejanzas entre ciencia y tecnología como formas de conocimiento y aclarar, en un momento dado, por qué hay lugar a cierta confusión en distintos panoramas intelectuales.

En primer lugar tenemos que destacar que la ciencia, o mejor dicho, la investigación científica y su producto resultante, es decir, el conocimiento científico, ha ejercido y aún pretende ejercer cierta hegemonía con su concepción de la realidad natural, entendiendo a ésta como "única", observable, experimentable, sujeta a leyes en las que se procura indagar con una dimensión racional, y llegar a predicciones cuyos enunciados dan cuenta

de la unidad y de la verdad de dicho conocimiento. El conocimiento científico mantiene aún vigente esa concepción esbozada por Galileo y completada por Newton, en la que la investigación objetiva, racional y experimental de la naturaleza y la realidad ha de basarse en la observación, y en la búsqueda de la cuantificación y expresión matemática de los fenómenos naturales. El resultado del conocimiento científico se expresa en leyes y teorías científicas. Sus criterios de basan en la verosimilitud, confirmación, explicación, etc. Su objetivo fundamental es el conocimiento y la comprensión de la realidad natural.

No hay duda de que la ciencia, como forma específica de conocimiento, ha conseguido a lo largo de su historia grandes logros. Éxitos que la han consagrado como la forma de conocimiento como antonomasia.

Sin embargo en la actualidad, esa antonomasia parece resquebrajarse en favor de una nueva forma de conocimiento: el conocimiento tecnológico.

La tecnología, en comparación con la ciencia, es relativamente reciente. Podríamos afirmar que su aparición se localiza en el S. XVIII, cuando la técnica empieza a vincularse con la ciencia y empiezan a sistematizarse los sistemas de producción artesanal. Y es posible que por su vinculación originaria con el conocimiento científico es por lo que aún en día, muchos filósofos e historiadores de la ciencia la consideren como "ciencia aplicada".

En efecto tradicionalmente la tecnología ha sido considerada como subordinada a la ciencia, y algo, que en última instancia, puede reducirse a ella. Siendo de destacar también la opinión de Latour<sup>2</sup> quien introduce el concepto de "tecnociencia" dando a entender que ciencia y tecnología son más o menos lo mismo.

Esta posición filosófica de considerar la tecnología como subordinada a la ciencia encuentra a sus máximos representantes en dos figuras principales de la Filosofía de la Ciencia: Mario Bunge y Karl Popper.

Bunge<sup>3</sup> considera que la tecnología no es más que la simple aplicación de la ciencia, y que el desarrollo tecnológico depende jerárquicamen-

<sup>2</sup> Latour, B., *"Science in Action. How to follow scientists and engineers through society"*. Open University Press. 1987. Trad. esp., *"Ciencia en acción. Cómo seguir a los científicos e ingenieros a través de la sociedad"*. Barcelona, Labor, 1992, p. 29.

<sup>3</sup> Bunge, M., *"Technology as applied science"*. Technology and Culture 7. Pág 329-347.

te de la investigación científica. Considera que la tecnología no es más que el vastísimo campo de investigación, diseño y planificación que utiliza conocimientos científicos con el fin de controlar cosas o procesos naturales, de diseñar artefactos o procesos, o de concebir operaciones de manera racional.

Popper nunca se ocupó específicamente de la cuestión tecnológica, de la lectura de sus obras dedicadas al estudio de la ciencia podemos obtener que su consideración era que en definitiva la tecnología no más es "ciencia aplicada". Hay que recordar que Popper tenía una visión academicista de la ciencia, y que sólo tenía en cuenta la "ciencia pura" y para él, la tecnología ocupaba un papel secundario en el proceso de investigación científico, diríamos que sólo lo consideraría relevante como instrumento de contrastación de teorías pero totalmente irrelevante a la hora de producir conocimiento.

Esta idea de que la tecnología no es más que conocimiento científico aplicado está muy extendida en la sociedad. Incluso aquellos que tienen una noción de distinción ontológica consideran que la tecnología está subordinada jerárquicamente a la ciencia. Idea que incluso se desarrolla en los primeros programas de materiales curriculares del SATIS (Science and Technology in Society) de Gran Bretaña, en el cual la tecnología se define como el proceso por medio del cual se hace posible la aplicación de la ciencia para satisfacer las necesidades humanas.

Tomando la idea principal de José Antonio Acevedo en su artículo "*Análisis de algunos criterios para diferenciar entre ciencia y tecnología*", en este panorama de confusión no es de extrañar que las orientaciones oficiales para los nuevos currículos españoles de la educación secundaria obligatoria mantengan las siguientes afirmaciones:

"A lo largo de este último siglo, las ciencias de la naturaleza han ido incorporándose progresivamente a la sociedad y a la vida social, convirtiéndose en una de las claves esenciales para entender la cultura contemporánea, por sus contribuciones a la satisfacción de necesidades humanas. Por eso mismo, la sociedad ha tomado conciencia de la importancia de las ciencias y de su influencia en asuntos como la salud, los recursos alimenticios y energéticos, la conservación del medio ambiente, el transporte y los medios de comunicación".

<sup>1</sup> José Antonio Acevedo Díaz. "*Análisis de algunos criterios para diferenciar entre ciencia y tecnología*", Enseñanza de las Ciencias nº16 1998. Páginas 409-420.

(De la introducción al área de Ciencias de la Naturaleza que aparece en el RD 1007/91, anexo I, p.35 MEC, 1991).

“La ciencia y la tecnología tienen propósitos diferentes: la primera trata de ampliar y profundizar el conocimiento de la realidad; la segunda, de proporcionar medios y procedimientos para satisfacer necesidades. Pero ambas son interdependientes y se potencian mutuamente. Los conocimientos de la ciencia se aplican en desarrollos tecnológicos; determinados objetos o sistemas creados por aplicación de la tecnología son imprescindibles para avanzar en el trabajo científico; las nuevas necesidades que surgen al tratar de realizar los programas de investigación científica plantean retos renovados a la tecnología. Comprender estas relaciones entre ciencia y tecnología constituye un objetivo de etapa.

(De la introducción al área de Tecnología que aparece en el RD 1007/1991, anexo I, p 74, MEC 1991).

Estoy de acuerdo con Acevedo en que si leemos ambos textos con la debida atención podemos llegar a creer que el primero de ellos se está refiriendo a la tecnología más que a la ciencia. Sobre todo si analizamos con detenimiento la afirmación de *“influencia en asuntos como la salud, los recursos alimenticios y energéticos, la conservación del medio ambiente, el transporte y los medios de comunicación”*. Afirmación que parece hacer más referencia a los avances tecnológicos (biotecnología, transportes, y nuevos medios de información y comunicación) de las últimas décadas del pasado siglo XX, que los logros científicos de la misma época. En cualquier caso, en ambos textos, se transmite una visión «utilitarista y práctica» de la ciencia, casi exclusivamente centrada en su dimensión tecnológica, una perspectiva que es coherente con el nuevo paradigma de investigación y desarrollo (I+D) que está empezando a dominar la política científica y tecnológica desde finales del pasado siglo.

Sin embargo, en el segundo texto se destaca el punto de vista «teorista» e «idealista» de la ciencia académica. En éste parece que la principal diferencia entre la ciencia y la tecnología se establece atribuyendo a la primera la búsqueda de conocimiento y comprensión sobre el mundo natural, y a la segunda se le reserva las soluciones a los problemas prácticos de la vida cotidiana y de la propia ciencia. Además, en el segundo texto subyace, en su conjunto, una visión jerarquizada de las relaciones entre ciencia y tecnología, en la que ésta se subordina a aquélla como instrumento útil para resolver sus necesidades. La tecnología se percibe, pues, de un modo

servil hacia la ciencia. De este modo, ésta pueda seguir elaborando conocimientos teóricos, que a su vez nutren al mundo del trabajo y la industria, para así, dar a conocer uno de los logros más importantes alcanzados por la humanidad en todos los tiempos, todo ello, de acuerdo con las diferentes razones –principalmente económicas, culturales y sociales– que se suelen esgrimir con el fin de justificar la introducción de la tecnología en el currículo de la educación obligatoria.

No estando de acuerdo con esta visión jerarquizada ni como profesor de enseñanza secundaria ni como filósofo, considero, pues, que una de las tareas fundamentales de la filosofía de la tecnología es ofrecer criterios específicos que permitan tanto señalar las influencias mutuas y su necesaria relación, como también la independencia entre ciencia y tecnología. La tecnología no es ciencia aplicada, es ya una parcela del conocimiento humano totalmente independiente, y con sus propios criterios de trabajo. Lo que sigue a continuación no es más que el intento de bosquejar unos criterios de “racionalidad tecnológica” que permitan perfilar la tecnología como una forma de conocimiento específico.

## 2. LA RACIONALIDAD TECNOLÓGICA COMO CONOCIMIENTO. CRITERIOS DE DISTINCIÓN ENTRE CIENCIA Y TECNOLOGÍA.

Es de destacar que del mismo modo que en épocas anteriores la sociedad se orientaba hacia la producción de medios de subsistencia, las sociedades industrializadas se encuentran ahora en la necesidad de producir ciencia y tecnología como medio de obtener un adecuado rendimiento productivo. De este modo, se ha llegado a establecer una relación tan estrecha entre la ciencia, la tecnología y la industria, que la actividad científico-tecnológica ha adquirido un carácter prioritario en el sistema productivo industrial.

La producción de ciencia y tecnología está determinada por la interacción de los siguientes factores:

1. *Procesos científicos y tecnológicos*, constituidos por los progresos llevados a cabo mediante la investigación; dichos progresos se encuentran limitados por la capacidad de los investigadores, por la cantidad y calidad de recursos disponibles y por un alto grado de imprevisibilidad en el resultado de los trabajos.



2. Factores económicos e industriales: la escasez de capital y de mano de obra especializada, el coste de oportunidad que supone la renovación de los bienes de equipo y la resistencia a adaptarse a las nuevas formas de producción y de organización industrial, constituyen diferentes factores que pueden contribuir a retrasar o bloquear el desarrollo tecnológico.
3. Factores sociales: incluso si una innovación resulta económicamente rentable, se puede retrasar o rechazar la fabricación de ese producto debido a la demanda o falta de demanda existente por parte de los posibles usuarios.
4. Factores institucionales: las instituciones y la legislación tienen como misión asegurar un cierto equilibrio en la distribución social de los beneficios y, en última instancia, defender los intereses de la sociedad.

Antes de continuar, creo conveniente caracterizar brevemente a la tecnología tal y como hicimos antes con la ciencia. La tecnología puede ser considerada como el conjunto ordenado de conocimientos y sus correspondientes procesos que tienen como objetivo la producción de artefactos, bienes, servicios, y que tiene en cuenta aspectos tales como la técnica, la ciencia, las relaciones económicas y políticas. Fundamentalmente la tecnología es todo ese proceso cognoscitivo encaminado a satisfacer las necesidades humanas, o simplemente a mejorar su calidad de vida en aspectos laborales, sociales e interpersonales.

Para establecer las diferencias entre ciencia y tecnología he seleccionado algunos criterios, que son coincidentes casi en su totalidad con los especificados por J.A. Acevedo<sup>5</sup> a través de los cuales intentaré abordar las, para mí, diferencias entre el conocimiento científico y el tecnológico. Fundamentalmente creo que la tecnología se diferencia de la ciencia por su:

- *finalidad*
- *interés*
- *método*
- *procedimiento*
- *resultado*
- *criterio*

<sup>5</sup> Artículo anteriormente citado.

Con respecto a la *finalidad* tenemos que destacar que mientras la Ciencia tiene una finalidad única: conocer, la finalidad tecnológica se desarrolla en una doble perspectiva, que en un momento dado, puede dar lugar a una distinción entre tecnologías materiales o duras, y tecnologías operacionales o blandas.

Las tecnologías materiales son aquellas que tienen el propósito de realizar la transformación de elementos materiales con el fin de producir bienes y servicios. Entre ellas pueden distinguirse dos grandes grupos: las que producen objetos o artefactos en base a acciones físicas sobre la materia, como por ejemplo, la Mecánica, y las que basan su acción en procesos químicos o biológicos como la biotecnología.

Las tecnologías operacionales o blandas se ocupan de transformar los elementos simbólicos en bienes de servicios, como por ejemplo el software informático, o las tecnologías de la educación.

Por otro lado, esta distinción no es equivalente, aunque pueda parecerlo, a la distinción entre ciencias formales y ciencias empíricas. Hay que recordar, que la tecnología blanda, aunque tenga por objeto elementos simbólicos, siempre necesita de un medio físico de realización y ejecución.

En definitiva, la finalidad de la tecnología ha de plasmarse siempre en algo práctico que está ahí y que debe tener un uso determinado para satisfacer alguna necesidad o simplemente solucionar un problema. Mientras que la finalidad de la ciencia es la explicación (mediante leyes y teorías) de los fenómenos que acota como objeto de estudio.

De ahí, que el *interés* tecnológico sea distinto al científico. El científico siempre intentará explicar lo natural o lo social, mientras que el tecnólogo se interesa principalmente por lo artificial y lo operacional. El tecnólogo trabaja para conseguir resultados. Por eso en su campo de actuación estima datos o factores que tengan cualquier relación, aunque sea remota, con el interés determinado, que sin temor podemos caracterizar como el de transformar y controlar el mundo circundante. La tecnología siempre estará rodeada de un interés social, más que rodeada, podríamos decir que conformada. Aunque hay que reconocer que la ciencia también está influenciada por el entorno social, y que no hay ciencia independientemente de la sociedad donde se construye y se hace, ésta es vista históricamente con un sesgo de neutralidad que la tecnología nunca ha poseído. Al científico se le sigue viendo como el hombre que busca la verdad o la verosimilitud, que busca conocer para mejorar el mundo, pero su impronta viene decidida por esa imagen de búsqueda de la verdad. Al tecnólogo nunca se la ha

visto como neutral, en el interés por hacer algo ya está determinado por su posición ideológica o vital, o al menos esa es la visión que popularmente tienen de él los ciudadanos de a pie de la sociedad que le rodea.

Con respecto al *método* hay que reconocer que, en la actualidad, la tecnología utiliza métodos sistemáticos de investigación semejantes a los de la ciencia; así mismo hace uso de los hallazgos de ésta. Sin embargo, esto no justifica la creencia de muchos profesores de ciencia, según la cual la tecnología se considera la aplicación con fines prácticos del conocimiento, las leyes y los principios científicos. Estos profesores ven la tecnología como una forma de ciencia aplicada que está subordinada en gran medida a la ciencia básica. Pero, como vengo manteniendo, «la tecnología no es sinónimo de ciencia aplicada». La tecnología no se limita a tomar prestadas sus ideas de la ciencia para dar respuesta a determinadas necesidades humanas y a algunos problemas sociales importantes, sino que, incluso, llega a configurar tales problemas. Además, con tal fin, ha desarrollado sus propios métodos, perviviendo en ella algunas características específicas de los oficios tradicionales, conocimientos tácitos y habilidades técnicas. Es más, frente a la unidad metodológica de la ciencia, la tecnología ofrece una pluralidad de métodos. Extraer una serie de características comunes a ellos, similar a las características comunes del método científico no es tarea fácil, no obstante desde aquí trataremos de aventurar esas características.

El método tecnológico podría caracterizarse por los siguientes rasgos:

- a) Análisis, tanto de situación como de necesidad.
- b) Diseño del producto tecnológico, cuyo resultado puede ser desde un artefacto hasta una teoría tecnológica.
- c) Ensayo o aplicación del producto a su entorno.
- d) Valoración, o análisis del éxito o fracaso, incluye además, un análisis de impactos sociales y/o naturales.
- e) Innovación del producto para mejorar su eficiencia.

Estas pautas de método tecnológico que aquí aventuro se pueden explicitar en paralelo a las tradicionales pautas del método científico. De esa comparación tendríamos el siguiente cuadro:

Método Científico	Método Tecnológico.
Observación	Análisis
Formulación del Problema	Diseño producto
Elaboración de hipótesis	Ensayo
Contrastación	Valoración
Si Confirmación	Innovación
Ley	
Teoría	

Como podemos comprobar, las diferencias son significativas.

De lo anteriormente expuesto podemos inferir que el proceder tecnológico es distinto al procedimiento científico. El ingeniero, el tecnólogo tiende a lo complejo con retroalimentación de los resultados de cada etapa que se da en el diseño artefactual.

Con respecto a la cuestión de los resultados y criterios, conviene no olvidar, tal y como nos recuerda Mitcham<sup>6</sup> (1989), que el criterio de validez de una teoría tecnológica no es tanto que sea «verdadera» o, en un plano más modesto, «verosímil», sino que funcione en la práctica y sea útil, lo que supone tener que diferenciar entre racionalidad científica y racionalidad tecnológica. Es más y profundizando en la tesis de Mitcham, la tecnología está invadida por un carácter pragmatista de fondo. A los tecnólogos no

<sup>6</sup> C. Mitcham, *¿Qué es la filosofía de la tecnología?* Edit Anthropos, Barcelona, 1989, pp. 105 y siguientes.

les preocupa que sus teorías sean verdaderas, no contemplan ni siquiera el criterio de verdad, si no que sean eficaces. Y la ciencia parece que no puede abandonar esa vieja pretensión de fondo de conocer la verdad, y concretamente, el criterio de verdad como correspondencia.

En definitiva, aunque la ciencia es una fuente importante de conocimientos hay otras posibles en nuestra cultura occidental, siendo la tecnología una de ellas. Por otra parte, el conocimiento tecnológico, que es esencialmente interdisciplinar y pragmático, está orientado hacia una praxis concreta para la resolución de problemas complejos y la toma de decisiones en cuestiones que afectan profundamente a la sociedad. En el mismo conviven conocimientos de carácter proposicional, obtenidos a partir de diversos campos, y conocimientos operacionales relacionados con el saber hacer.

El conocimiento tecnológico tiene un carácter propio que lo diferencia, formal y sustancialmente, del originado por la ciencia básica. Así mismo, las operaciones de diseño, desarrollo y evaluación de tecnologías se ajustan a una lógica diferente y más compleja aún que la de la investigación científica.

Fleming (1989)<sup>7</sup>, ha destacado los principales componentes que configuran el conocimiento tecnológico:

- *Conceptos científicos* que, en cualquier caso, tienen que ser elaborados de nuevo, rebajando su nivel de abstracción, para adaptarse a las necesidades y al contexto del proyecto de cada diseño tecnológico.
- *Conocimiento problemático*, referente a determinados aspectos discutibles de la actividad tecnológica, como pueden ser los posibles impactos sociales y medioambientales de una tecnología, ciertas dificultades que aparecen al adoptar una innovación tecnológica, las que surgen con una tecnología diseñada para un contexto determinado al transferirla a otros ambientes culturales diferentes, etc.
- *Teoría tecnológica*, considerada como un cuerpo de conocimientos que usa métodos experimentales sistemáticos similares a los

<sup>7</sup> R.W. Fleming, *High-school graduates beliefs about science-technology-society II. The interactions among science, technology and society. Science Education*, 1989, pp 163-186. (Traducción del artículo de J.A. Acevedo anteriormente citado).

de la ciencia pero centrados en el diseño, la construcción y el comportamiento de artefactos y sistemas tecnológicos. Una teoría tecnológica supone siempre una reflexión sobre la práctica tecnológica, por lo que puede considerarse como mediadora entre ésta y las teorías científicas más abstractas.

- *Pericia técnica*, entendida como procedimientos y técnicas específicas con instrumentos y máquinas acompañados de un conjunto de criterios pragmáticos basados, sobre todo, en un conocimiento tácito casi imposible de codificar.

Es importante destacar aquí que estos componentes adquieren su pleno significado como consecuencia de la tensión existente entre el diseño tecnológico y las restricciones del contexto social y cultural; en otros términos, en el conocimiento tecnológico se ponen de manifiesto tanto los valores constitutivos como los contextuales de la tecnología. Podemos concluir lo tratado para este criterio subrayando que, del mismo modo que existen comunidades de científicos, los ingenieros, médicos y otros profesionales forman comunidades de tecnólogos que tienen su propio ámbito de problemas, teorías, métodos, procedimientos y técnicas en donde se emplean elementos derivados del conocimiento científico, aunque adaptados a su peculiar y característico modo de hacer, conjuntamente con conocimientos tácitos de carácter técnico, tradiciones basadas en la experiencia acumulada y prácticas empresariales relacionadas con la comercialización y el uso de sus productos y servicios.

### 3. TECNOLOGÍA Y CALIDAD DE VIDA EN LA SOCIEDAD CONTEMPORÁNEA.

Profundizando en esa idea de que la tecnología y la ciencia cobran su importancia social en la satisfacción de las necesidades humanas tendremos que, de algún modo, especificar cuáles son esas necesidades a las que la investigación científica y tecnológica pretende dar satisfacción, yo particularmente las considero de tres tipos:

- 1) *Necesidades sociales*. Cuando hablamos de necesidades sociales de la ciencia y la tecnología nos referimos a los aspectos que más directamente afectan a la vida de las personas, como individuos y miembros de la sociedad. A este respecto, la relación de las tecnologías con las principales necesidades de las personas se pone de relieve en:

- *Educación*: en épocas preindustriales la educación era un privilegio reservado a unos pocos; en las sociedades contemporáneas, en cambio, la educación y la enseñanza, al menos en sus niveles más elementales, tienden a ser accesibles para todas las personas. En la actualidad es importante poseer cierto conocimiento de las nuevas técnicas, ya que existen nuevas cualificaciones y formas de organización del trabajo. Añadiéndose además la especialización del conocimiento "superior".
  - *Sanidad*: en sanidad, el desarrollo de la bioquímica ha permitido el descubrimiento de infinidad de sustancias y elementos con los que se pueden curar cada vez mejor numerosas enfermedades. En el terreno de la cirugía, la utilización de nuevos instrumentos, como el láser, permite realizar intervenciones quirúrgicas especialmente delicadas, que requieren una gran precisión.
  - *Cultura*: el término cultura hace referencia al *conjunto de conocimientos, ideas y creencias, instrumentos, lenguaje, costumbres, modos de vida y grado de desarrollo artístico, científico e industrial de una determinada sociedad*. En las sociedades primitivas, la cultura se transmitía a través de la tradición oral, de generación en generación; posteriormente surgió la escritura, que recibió un notable impulso gracias a la invención y desarrollo de la imprenta, y en la actualidad la tecnología interviene de un modo muy eficaz en la conservación y en la transmisión cultural. A este respecto, las tecnologías de la información y los medios de comunicación de masas permiten difundir y renovar en una medida casi ilimitada el conocimiento científico, las informaciones y las manifestaciones culturales.
- 2) *Necesidades económicas*. Los sectores económicos, para aumentar su productividad y poder hacer frente a la competencia, necesitan estar al día en el ámbito de la innovación tecnológica. En este sentido, las empresas utilizan la tecnología para diseñar y fabricar nuevos productos. A este respecto, la mayoría de las grandes empresas, por una parte, poseen un departamento de I+D, en el cual se investigan las características que deben tener los nuevos productos, el modo más adecuado de producirlos y la viabilidad de su lanzamiento al mercado, y por otra, constantemente tienden

a introducir nuevas técnicas, tanto de automatización en el proceso de producción como de planificación y control de producción.

- 3) *Conveniencias políticas.* La política de casi todos los estados occidentales tiende a estimular la investigación, el desarrollo y la innovación tecnológica, ya que ésta constituye un pilar básico en la economía de cualquier país. En este sentido, al ser la tecnología un sector estratégico de gran importancia en el desarrollo industrial, los gobiernos invierten cada vez una parte mayor de su presupuesto en I+D.

#### CALIDAD DE VIDA Y HÁBITOS DE CONSUMO

La sociedad de consumo se caracteriza por su capacidad para proporcionar a una buena parte de sus ciudadanos una alta calidad de vida y satisfacer las necesidades básicas de casi toda la población, lo cual supone el acceso a los bienes siguientes: a) una amplia gama de recursos tecnológicos; b) la reducción de la duración de la actividad laboral (aumento del tiempo de ocio); c) un gran desarrollo de los servicios médicos y de las instalaciones hospitalarias; d) una variada disponibilidad de actividades culturales y recreativas.

#### LA TECNOLOGÍA EN EL TRABAJO

La concentración de la producción en grandes empresas, unido al constante desarrollo tecnológico, ha contribuido a hacer más complejas las tareas industriales y a una creciente división del trabajo. En este sentido, las máquinas, al mismo tiempo que tienden a desplazar a los trabajadores, tienden también a crear otras oportunidades de empleo relacionadas con las nuevas tecnologías, y como consecuencia de todo ello, aparecen nuevas formas de organización de las actividades productivas.

#### DEPENDENCIA TECNOLÓGICA

El desarrollo de la sociedad opulenta occidental ha contribuido a ahondar las distancias con respecto a los países subdesarrollados, que agrupan a la mayoría de la población mundial, en los cuales la actividad productiva principal continúa siendo la agricultura con métodos rudimenta-



rios, la caza, la pesca artesanal o la recolección de alimentos, que en muchos casos apenas si permiten la simple subsistencia de la población.

En este sentido, frente a las tecnologías avanzadas de los países ricos, los países subdesarrollados se encuentran en una situación de dependencia tecnológica que obstaculiza en gran medida su desarrollo económico. Sucede que los recursos de estos países, sobre todo sus materias primas, se encuentran subordinados a los intereses y a las actividades industriales de los Estados ricos, y de este modo les resulta muy difícil, prácticamente imposible, acceder a desarrollar los recursos científicos y tecnológicos necesarios para su desarrollo.

#### 4. TECNOLOGÍA Y SISTEMAS DE VALORES

Las innovaciones técnicas suelen repercutir en la sociedad, pues las personas y las instituciones sociales tratan de adaptar los cambios tecnológicos a la satisfacción de sus necesidades. En este sentido, cuando no se produce la armonía entre los cambios tecnológicos y el sistema de valores vigente en una sociedad, tiende a surgir el conflicto social, es decir, un estado anómico conflictivo, que altera la estabilidad y produce desequilibrio social.

A este respecto, habitualmente sucede que los sistemas de valores evolucionan mucho más lentamente que el progreso tecnológico. La ciencia y la tecnología avanzan de modo exponencial. Sin embargo, la sociedad tarda en adaptar su sistema de valores a los nuevos hallazgos y a las nuevas posibilidades técnicas. De este modo, los ideales sociales y morales siempre van a la zaga de las innovaciones tecnológicas, y con frecuencia nos encontramos poco preparados para valorar y juzgar con objetividad las aportaciones científico-tecnológicas, así como para averiguar su significado social y prever sus posibles consecuencias.

Por otro lado, es una cuestión abierta la de si la ciencia –y la tecnología– son valorativamente neutrales, o en ellas juegan un amplio papel los valores. A este respecto podemos distinguir varias posturas diferentes, si no enfrentadas.

Según la visión tradicional de la ciencia y la tecnología, éstas están asociadas al aumento de las posibilidades de mejora de las condiciones de vida de los seres humanos. Son consideradas como generadoras de *progreso humano*; aunque existen consecuencias sociales y ambientales ne-

gativas, éstas son contempladas como los costes que hay que pagar por los beneficios que procuran aquéllas, en la creencia de que globalmente y a largo plazo habrá una mejora generalizada de dichas condiciones de vida.

Para los defensores de esta postura, el proceso de cambios en la ciencia y la tecnología es un proceso relativamente *autónomo* de influencias sociales, que obedece a una lógica interna en la que los factores sociales apenas son relevantes. Los cambios en las tecnologías están motivados fundamentalmente por los cambios acaecidos en la ciencia, que están motivados, a su vez, por razones puramente epistémicas, que operan en el seno de la comunidad de científicos; mejores teorías científicas son el fundamento de mejores artefactos (más eficientes). Así hay una secuencia lineal que va de la ciencia a la tecnología y de ésta a la sociedad, en la que genera progreso humano (mejoras en las condiciones de vida).

## 5. LA EVALUACIÓN SOCIAL DE LA TECNOLOGÍA DESDE LA FILOSOFÍA

Me centraré en este análisis en tres autores, en Winner como representante de la tradición norteamericana, y en Marcuse y Habermas como representantes de la tradición europea.

### 5.1. *Winner*

Esta imagen de la ciencia y la tecnología que comentábamos antes fue criticada por L. Winner<sup>8</sup>. Para Winner, una de las tareas fundamentales es examinar críticamente la naturaleza y el significado de las tecnologías en cuanto elementos integrados en las actividades humanas. Lo necesario es la exploración y reflexión sobre las formas, tanto obvias como ocultas, en que la vida diaria se ha ido transformado y se modifica por las tecnologías. La experiencia de la sociedad actual nos muestra que las tecnologías no son simples medios para la realización de actividades humanas, sino que también, a veces, son poderosas fuerzas que configuran de modos radicalmente nuevos dichas actividades y sus significados.

<sup>8</sup> Langdon Winner, *¿Tienen política los artefactos?* Publicación original: "Do Artifacts Have Politics?" (1983), en: D. MacKenzie et al. (eds.), *The Social Shaping of Technology*, Philadelphia, Open University Press, 1985. Versión española de Mario Francisco Villa OEI-CTS+I- Sala de Lectura.

Winner señala que a medida que las tecnologías se construyen y se emplean ya se están produciendo alteraciones significativas en los patrones de las actividades y las instituciones humanas, se están creando nuevos mundos, nuevas *formas de vida*. En este contexto, la pregunta importante es: a medida que diseñamos y hacemos funcionar las cosas ¿qué clase de mundo estamos construyendo, configurando?, ¿vamos a posibilitar, promover el desarrollo de las potencialidades humanas deseables o las vamos a obstaculizar?

Winner sugiere que la respuesta al problema que se está gestando desde los primeros días de la Revolución Industrial, que es el de la evaluación y control críticos de la constitución técnica de nuestra sociedad, debería basarse en una idea articulada positivamente de la sociedad que nos parezca deseable construir. Lo que sugiere Winner es un proceso de cambio tecnológico disciplinado por la sabiduría política de la democracia.

Por eso criticó el denominado *constructivismo social de la tecnología*. En primer lugar, llamó la atención sobre el casi total descuido de las consecuencias sociales de la elección técnica. Otra carencia la observaba en la concepción de *actores o grupos sociales relevantes*. Preguntaba: ¿quién dice qué grupos o intereses sociales son los *relevantes*?, ¿qué ocurre con los grupos sin voz, pero que se verán afectados por los resultados del cambio técnico?, ¿qué ocurre con los que han sido suprimidos o excluidos?, ¿cómo explicar que ciertas elecciones potencialmente importantes nunca afloren como asuntos de debate o decisión? Si ello no se tiene en cuenta, se atiende a las necesidades y problemas de las personas y grupos que cuentan con recursos suficientes para entrar en el juego y definir sus términos.

Señaló también que los autores encuadrados en este enfoque, al parecer han preferido no explorar la posibilidad de que la dinámica de la interacción social pueda reflejar, además de las necesidades, intereses, problemas y soluciones inmediatas de grupos y actores sociales específicos, otros procesos sociales (culturales, económicos, etc.) más profundos, que puedan estar en la base de las elecciones sociales sobre la tecnología.

Finalmente, Winner criticó el aparente desdén de todo lo que parezca una postura evaluativa, o una moral o principio político específicos, que podrían servir para juzgar las posibilidades que ofrecen las tecnologías, desde el punto de vista del bienestar humano. Según Winner, la renuncia a evaluar las interpretaciones e intereses implica una postura de indiferencia moral y política con respecto al *status quo* y sus aspectos negativos.

## 5.2. Marcuse<sup>9</sup>

Marcuse no sólo no se contentó con denunciar el dominio ejercido sobre la naturaleza y el hombre por la razón científico-técnica, sino que supo darse cuenta de que tal dominio no es neutral, de que tal dominio encubría, en definitiva, un decidido carácter político. Marcuse considera a la ciencia y a la técnica como instrumentos al servicio del *status quo*. Lejos de ejercer una labor crítica y, por tanto, emancipatoria, posibilitando la transformación de la realidad en un mundo habitable para todos, la ciencia y la técnica han pasado a convertirse en la primera fuerza productiva, y, con ello, se han puesto al servicio no de la sociedad en su conjunto, sino de los intereses que rigen esa sociedad. La ciencia y la técnica, al presentarse como la expresión más elevada de la razón, o, dicho de otro modo, al acaparar para sí el monopolio de lo que se entiende por racional, nos conducen a un universo cerrado, mítico, en el que todo se repite o, como dirá Marcuse, en el que asistimos al cierre de las alternativas del discurso y de la acción, y, en definitiva, al *cierre del universo político*, a la aniquilación de toda utopía y de todo otro “poder ser de otro modo”.

La conciencia de los sujetos se encuentra amordazada por dos motivos fundamentales. En primer lugar, porque el individuo es movilizad, en cuerpo y alma, por un aparato productivo que lo encadena al trabajo, haciendo de éste el contenido fundamental de su vida, y lo que es peor, deformando su subjetividad hasta el punto de no poder imaginar otro mundo, una realidad diferente. Pero, en segundo lugar, el individuo recibe compensaciones, gratificaciones del Sistema, que le permiten seguir viviendo, seguir trabajando, aunque sin acabar de saber muy bien por qué, ni para qué.

Por una parte, la naturaleza racional del saber científico-técnico, de alguna manera, legitima objetivamente una sociedad articulada sobre este saber, pues constituye, sin duda, la primera fuerza productiva; y, por otra, los individuos legitiman subjetivamente el Sistema debido a las gratificaciones que reciben de él. El resultado es, por consiguiente, que el mundo, tal cual está estructurado, tiende a conservarse, a afirmarse sin mostrar atisbos de una transformación *cualitativa*, es decir, de una transformación profunda de su base.

Este universo tan pretendidamente racional, entretejido con los hilos de la razón científico-técnica, es la expresión más acabada de una brutal

<sup>9</sup> Marcuse. H., *El hombre unidimensional*, Barcelona, Seix Barral 1971.

irracionalidad, porque lo que no se comprende es cómo siendo técnicamente posible no sólo la conquista del espacio, sino, la conquista del hambre y del sufrimiento más vergonzoso, aún no se realice; y que siendo técnicamente posible eliminar la represión excedente —es decir, siendo posible reducir la cantidad de trabajo necesario para el mantenimiento de la vida— nuestra sociedad esté organizada sobre el imperativo de un trabajo desenfrenado e histérico.

¿Cómo podemos decir que nuestro sistema es racional cuando la ciencia y la técnica, lejos de suprimir el dolor, la injusticia, el hambre o la mediocridad de una vida encadenada al trabajo, colaboran en el mantenimiento del status quo, dulcificando y acallando la protesta de una subjetividad rebelde que se apaga, indiferente ya a los problemas del mundo y de millones de seres humanos? ¿Cómo se puede seguir siendo racionales y haber perdido la utopía, la ilusión y la esperanza en una realidad donde el sufrimiento, la injusticia, o la simple desnudez no tengan la última palabra? El gran contrasentido, la gran contradicción del Sistema, consiste en que la transformación es técnicamente posible.

Marcuse no criticó la ciencia y la técnica en sí, ni postuló regresos a edades doradas, ni a paraísos perdidos, sino que atacó duramente la organización de la ciencia y de la técnica en nuestra actual sociedad. Planteó la necesidad de un cambio en la dirección del progreso y un cambio en la estructura misma de la ciencia, en el proyecto científico, lo cual, sin duda, traería como consecuencia que:

[sus hipótesis], sin perder su carácter racional, se desarrollarán en un contexto experimental esencialmente diferente (el de un mundo pacificado); consecuentemente, la ciencia llegaría a conceptos esencialmente diferentes sobre la naturaleza y establecería hechos esencialmente diferentes<sup>10</sup>.

Para Marcuse el dominio del hombre sobre el hombre es consecuencia del dominio sobre la naturaleza, y, por consiguiente, la comunicación libre de dominio no puede ser precondition, sino en todo caso, consecuencia del cambio. Sería necesario alterar nuestra relación con el mundo —liberada de la lógica del dominio— y, en todo caso, ser hombres nuevos, con una voluntad nueva, con un nuevo concepto de autorrealización, posibilitando así un espacio pacificado para una cualitativamente diferente relación in-

<sup>10</sup> Ob cit (*El hombre unidimensional*, p. 194).

tersubjetiva. Y en este contexto, Marcuse está convencido de lo que podría ser una salida, a saber, modificar no sólo nuestra *actitud* (más ecológica) frente a la naturaleza (que ya no sería una mera relación instrumental con ella), sino también dar una *nueva dirección* a la ciencia y a la técnica, para que éstas dejen de ser instrumentos de la represión total, y estén al servicio de unos valores *cualitativamente diferentes* de los imperantes bajo el capitalismo tardío.

Su filosofía se siente interesada por averiguar las causas que en realidad están haciendo cada vez más difícil que surja o sea posible aquella subjetividad libre de coacciones. Indagar, por tanto, no ya cuáles son las condiciones ideales bajo las que decimos que asistimos a una formación libre de la voluntad, sino cuáles son las trabas que la realidad está poniendo para que sea posible aquélla, es, por consiguiente, el interés crítico de la filosofía de Marcuse.

### 5.3. *Habermas*<sup>11</sup>

Habermas está de acuerdo en general con la necesidad de una crítica de la razón instrumental, pero estima que las primeras tentativas de la Escuela de Frankfurt rayaron a menudo en un rechazo romántico de la ciencia y de la tecnología como tales.

Según Habermas, mientras las formas históricamente específicas de ciencia y tecnología dependen de relaciones institucionales que son variables, sus estructuras lógicas básicas se fundan en la misma naturaleza de la acción social con respecto a fines. Y mientras esto no cambie, mientras los hombres hayan de emanciparse de la necesidad material mediante el trabajo social, no puede haber un sustituto "más humano" del progreso "científico-técnico". La técnica ha de ser un proyecto de la especie humana en su conjunto. Habermas no niega el contenido político de la tecnología, sino que trata de distinguir entre los intereses específicos de la especie humana que subyacen al desarrollo tecnológico y los intereses particulares que penetran en las constelaciones históricas concretas de la tecnología. El problema, tal y como lo ve Habermas, es la reducción del pensamiento racional a pensamiento científico y técnico, y la situación, según él, es situar la razón técnica dentro de una teoría comprensiva de la sociedad.

<sup>11</sup> J. Habermas, *Ciencia y técnica como ideología*. Madrid, Tecnos 1994.

Habermas clasifica los procesos de investigación en tres categorías:

1. *Ciencias empírico-analíticas*: ciencias de la naturaleza y ciencias sociales en la medida en que intentan producir conocimiento nomológico; en su orientación interviene un interés cognoscitivo técnico.
2. *Ciencias histórico-hermenéuticas*: comprenden las humanidades y las ciencias históricas y sociales en la medida en que su objetivo es una comprensión interpretativa de las configuraciones simbólicas; están guiadas por un interés cognoscitivo práctico.
3. *Ciencias de orientación crítica*: abarcan el psicoanálisis y la crítica de la ideología, así como la filosofía entendida como disciplina reflexiva y crítica; están orientadas por un interés cognoscitivo emancipatorio.

Cada una de estas ciencias responde a un tipo de interés cognitivo, y éstos son orientaciones generales que guían los distintos tipos de investigación:

“Los intereses cognoscitivos no son relevantes ni desde el punto de vista de la psicología del conocimiento, ni desde el de la sociología del conocimiento, ni tampoco desde el de la crítica ideológica en sentido estricto; ya que son invariantes [...] No representan influencias en el proceso de conocimiento que hubieran de eliminarse por mor de la objetividad del conocimiento; antes bien, determinan el aspecto básico bajo el que puede objetivarse la realidad y, por tanto, el aspecto bajo el que la realidad puede resultar accesible a la experiencia. Constituyen para los sujetos capaces de lenguaje y de acción condiciones necesarias de la posibilidad de toda experiencia que pueda pretender ser objetiva”<sup>12</sup>.

Aunque los intereses cognoscitivos, considerados desde la perspectiva de los diferentes procesos de investigación, tienen un statustrascendental, tienen su base en la historia natural de la especie humana. El sujeto de la investigación no es el Yo trascendental sino una comunidad de investigadores, un subsistema de un sistema social más amplio que es a su vez producto de la evolución sociocultural de la especie humana. Los puntos de vista específicos desde los que es aprehendida la realidad:

<sup>12</sup> Introducción a *Theorie und Praxis*, Francfort, 1971, p. 16

“dimanan del nexo de intereses de una especie que está por naturaleza vinculada a determinados medios de socialización: al trabajo, al lenguaje y a la dominación. La especie humana asegura su existencia en sistemas de trabajo social y de autoafirmación violenta; merced a una vida en común mediada por la tradición en la comunicación del lenguaje ordinario; y, finalmente, con ayuda de identidades plasmadas en un “yo”, que reconfiguran la conciencia del individuo por relación a las normas del grupo en cada nivel de individualización. Así pues, los intereses que guían al conocimiento se adhieren a las funciones de un yo que, mediante procesos de aprendizaje, se adapta a sus condiciones externas de vida; que se ejercita, mediante procesos culturales en el nexo de comunicación de un mundo de vida social; y que se construye una identidad en el conflicto entre las solicitudes del instinto y coerciones sociales”<sup>13</sup>.

La teoría de los intereses cognoscitivos de Habermas se caracteriza por los siguientes rasgos:

- a) Rechazo de la ilusión objetivista conforme a la cual el mundo es concebido como un universo de hechos independientes del cognoscente, cuya tarea sería describirlos como son en sí mismos.
- b) Tematización de los marcos de referencia en los que se sitúan los diferentes tipos de enunciados teóricos.
- c) Clasificación de los procesos de investigación en tres categorías que se distinguen por sus estrategias cognoscitivas generales.
- d) Conexión de estas estrategias con intereses cognoscitivos específicos que tienen su base en la historia natural de la especie humana.

Según Habermas, la investigación empírico-analítica tiene por objeto la producción de saber técnicamente explotable y revela la realidad desde el punto de vista del posible control técnico sobre procesos objetivados. Las hipótesis legaliformes características de este tipo de ciencia, pueden ser interpretadas como enunciados sobre la covarianza de eventos. Dado un conjunto de condiciones iniciales, éstas hacen posibles las predicciones. La conexión de las hipótesis con la experiencia es establecida por medio de la observación controlada, típicamente mediante el experimento. En realidad,

<sup>13</sup> Habermas, J., *Conocimiento e interés*, Madrid, Taurus, 1992, p. 176.



pues, los enunciados básicos no suministran evidencia inmediata sin mezcla de subjetividad. No son simplemente representaciones de hechos en sí, sino que expresan el éxito o el fracaso de nuestras operaciones de medida. Las operaciones básicas son operaciones de medida que permiten establecer una correlación unívoca entre eventos determinados operativamente y signos conectados sistemáticamente.

El sistema comportamental de la acción instrumental es el que determina en última instancia la estructura de la investigación empírico-analítica. Los compromisos metodológicos constitutivos de cada tipo de investigación surgen de las estructuras de la vida humana, de los imperativos de una especie que se reproduce a sí misma (en parte) a través de la acción racional con respecto a fines, la cual está intrínsecamente ligada a procesos acumulativos de aprendizaje. Estos procesos tienen que ser mantenidos en forma de investigación metódica para que la autoafirmación de la especie no quede en peligro. La expresión *interés cognoscitivo técnico* trata de significar la orientación básica de investigación, la estrategia cognoscitiva general, que deriva de esta condición fundamental de la reproducción de la vida humana.

La interpretación pragmática que hace Habermas de la ciencia empírico-analítica no se basa en una concepción de las teorías como instrumentos. Las teorías son sistemas de enunciados que pueden ser correctos o incorrectos, que pueden quedar corroborados o falsados. Pero, ¿qué nos revelan esos enunciados, cuando son válidos, acerca de la realidad? ¿Guarda su sentido una relación intrínseca con posibilidades de acción de un cierto tipo?

La respuesta de Habermas es que la investigación empírico-analítica nos proporciona una información que es técnicamente utilizable. Esta tesis ha de entenderse en un sentido cuasi-trascendental, como una tesis sobre las condiciones de posibilidad del conocimiento objetivamente válido de la naturaleza y, por tanto, sobre el sentido mismo de los enunciados científicos.

#### 5.4. *¿Cómo valoramos el avance tecnológico?*

En algunos casos, la aplicación de la tecnología puede resultar positiva para algunas personas, bien porque les proporcione comodidades o bien porque les aporte beneficios económicos, etc., pero al mismo tiempo puede resultar perjudicial para otras muchas personas, e incluso

para la totalidad de la sociedad. Como ejemplo tenemos los automóviles, que proporcionan satisfacciones y comodidades a numerosas personas e ingresos económicos a otras; pero a la vez pueden resultar perjudiciales para numerosos habitantes de las grandes ciudades, que continuamente se ven obligados a soportar ruidos y contaminación, y en último término al conjunto de la sociedad, pues la emisión de CO<sub>2</sub> contribuye a degradar el medio ambiente.

En este sentido, resulta evidente que la enorme capacidad científico-tecnológica, junto con las grandes ventajas que aporta, ocasiona graves problemas y perturba las condiciones de vida de la tierra.

Tenemos, por tanto, que el fenómeno de la tecnología es un fenómeno ambivalente; con beneficios y perjuicios; ¿cómo decidir lo que hacer con respecto a un determinado avance científico?; ¿quién debe decidirlo?; ¿qué aspectos de la investigación científico-tecnológica hay que fomentar y cuáles rechazar?

Entre las concepciones que resaltan la dimensión social de la ciencia y la tecnología destacan dos tradiciones: la europea, que entiende la "dimensión social" como la forma en que factores sociales (económicos, políticos, culturales...) contribuyen a la génesis y consolidación de complejos científico-tecnológicos; y la americana, más centrada en las consecuencias sociales o la forma en que los productos de la ciencia-tecnología inciden sobre nuestras formas de vida y organización social. La tradición europea tiene su base en una serie de argumentos relativistas relacionados con la carga teórica de la observación –el presunto "suelo firme" sobre el que descansaría el conocimiento científico– y la infradeterminación de las generalizaciones en ciencia a partir de evidencias observacionales. Pero son las ciencias sociales, especialmente la sociología, la antropología y la psicología, el armazón explicativo fundamental de la tradición europea, ubicada mayoritariamente en contexto académico.

La tradición americana tiene un carácter mucho más práctico y un alcance valorativo que trasciende el marco académico. Junto a la reflexión ética y los aspectos educativos incluye un interés por la democratización de los procesos de toma de decisiones en políticas tecnológicas y ambientales. La ética, la historia de la tecnología, la teoría de la educación y las ciencias políticas constituyen su principal marco teórico.

Las dos tradiciones han puesto de manifiesto las insuficiencias de la *concepción heredada de la ciencia*, según la cual existe una brecha insalvable entre los valores epistémicos o cognitivos, los únicos legítimamente

asociables con la ciencia, y los no epistémicos o de tipo práctico que supuestamente determinan la praxis científica. En este marco, el conocimiento científico estaría determinado por valores como la verdad, la coherencia, la simplicidad y el alcance predictivo de las teorías. Las reglas y normas metodológicas tienen más que ver con la racionalidad científica que la ética y otras normas de conducta.

Los enfoques constructivistas en sociología del conocimiento han mostrado en qué medida muchos resultados experimentales admiten una flexibilidad interpretativa que da pie a la coexistencia de diversas interpretaciones, a menudo incompatibles. Esta constatación lleva a preguntarse por los mecanismos sociales, retóricos e institucionales que limitan la flexibilidad interpretativa y favorecen el cierre de las controversias, promoviendo el consenso acerca de la "verdad" en cada caso particular. En esta lógica, los "mecanismos de cierre" de las controversias científicas deben guardar mucha relación con el medio sociocultural y político amplio. Tales argumentos respaldan el denominado programa empírico del relativismo. En su versión fuerte, el programa relativista descalifica cualquier concepción de la ciencia basada en explicaciones centradas en la verdad, la racionalidad, el éxito y el progreso, habituales entre los filósofos de la ciencia.

Las consecuencias del programa relativista serían que, si admitimos que las controversias científicas se cierran con argumentos retóricos y dependen, en último término, del poder e influencia de cada grupo rival, nos vemos inclinados a admitir que la ciencia oficial es mera construcción social. Y si los científicos son quienes determinan nuestra imagen del mundo, como afirman los defensores del relativismo, hemos de concluir que también la realidad natural es una construcción social.

Desde la perspectiva relativista es el consenso entre las distintas opiniones de los agentes sociales implicado en el desarrollo científico-tecnológico, mediado por la retórica y ciertos mecanismos institucionales, lo que determina la aceptación social de una tecnología. Pero, en contraposición a la concepción heredada de la ciencia, quita toda importancia a los valores epistémicos y enfatiza únicamente su carácter de construcción social.

Las aportaciones de la sociología del conocimiento ayudan a comprender los condicionamientos sociales de la práctica científica pero de poco sirven para encontrar elementos de juicio que, más allá de la retórica y las interpretaciones en conflicto, ayuden a introducir racionalidad en el cierre de controversias. Excepto cuando intervienen planteamientos muy radicalizados a *priori*, muchas discrepancias entre expertos y público en

general (o entre colectivos de expertos y público) pueden reducirse al mínimo si cada colectivo expone la información con que cuenta para justificar su posición y expresa de forma razonada los valores e intereses que intenta defender. Puede que la retórica y una posición de poder a menudo sean decisivas para generalizar un punto de vista, pero por sí solas son insuficientes en sociedades democráticas. La ciencia no persigue sólo fines epistémicos; pero los no epistémicos por sí solos no le otorgan plausibilidad. Cuando una determinada tecnología deviene problema social, son sus fines y eventuales aplicaciones los que le dan sentido. No todo conocimiento es bueno por sí mismo ni cualquier investigación hace progresar la ciencia, entendidas como proceso autónomo:

“La ciencia adquiere su auténtico sentido por sus fines, y no por sus orígenes. Ni la base empírica ni la base sociológica iniciales bastan para explicar la ciencia. En tanto acción humana intencional, la ciencia trata de contribuir a mejorar el mundo, y no sólo el mundo físico, sino también el mundo social y el mundo histórico. Ello implica, sin duda, mejorar nuestro conocimiento del mundo. Pero la ciencia no es sólo cognición. En tanto actividad social, está regida por una pluralidad de valores que dan sentido a la praxis científica”<sup>14</sup>.

En la medida en que las aplicaciones científico-técnicas contribuyen a satisfacer necesidades humanas, su desarrollo presupone elegir primero qué necesidades deben ser satisfechas. Cuando de necesidades se trata, nos introducimos en el terreno de los valores. Y del mismo modo que podemos establecer una cierta gradación entre necesidades, partiendo de las más básicas hasta las de segundo o tercer orden, podemos también argumentar racionalmente a favor de la prioridad de unos valores frente a otros.

## 6. CONTROL SOCIAL SOBRE EL DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

### 6.1. *El control político y social de la investigación científica y el desarrollo tecnológico. La evaluación de la tecnología*

A partir de la Segunda Guerra Mundial, la ciencia y la tecnología han sido percibidas de modo creciente como factor clave del desarrollo económico y social en los países más avanzados. La utilización de la energía

<sup>14</sup> J. Echeverría, *Filosofía de la Ciencia*. Madrid, Akal, 1995, pp. 46-47.

nuclear en los años cincuenta para la producción de energía eléctrica puso en evidencia las enormes posibilidades económicas que podían derivarse de la investigación científica y sus desarrollos tecnológicos. Desde entonces hasta el presente se ha hecho más evidente, si cabe, que la intensidad del progreso económico depende de la industria, que ésta avanza a través de la innovación tecnológica, que, a su vez, depende cada vez más de la investigación científica. Se acepta la existencia de relaciones directamente causales entre avance científico, desarrollo tecnológico y prosperidad económica.

La toma de conciencia de las enormes ventajas que pueden derivarse de la investigación científica y el desarrollo tecnológico ha planteado al Estado la exigencia de planificarla, organizarla y financiarla. El apoyo a la investigación científica y la promoción de la innovación tecnológica son parte integrante de las políticas públicas, con sus componentes económicos y sociales. La ciencia ha dado el paso hacia su definitiva institucionalización: se ha hecho gubernamental.

Sin embargo, en contraposición a la visión plenamente optimista del progreso impulsado por la investigación científica y sus desarrollos tecnológicos, se ha ido abriendo camino, muy lentamente, una valoración crítica del mismo. La conciencia de los problemas ecológicos y sociales que plantean las aplicaciones indiscriminadas de las nuevas tecnologías ha calado en la opinión pública y se ha abierto un profundo debate sobre el funcionamiento de la ciencia.

Desde este punto de vista, en una sociedad democrática, la libertad plena conlleva el derecho de los ciudadanos a participar en la política de decisiones gubernamentales y corporativas que autorizan y subvencionan, directa o indirectamente, la investigación científica y la innovación tecnológica. El proceso de desarrollo tecnológico no es ni automático ni objetivo; no sigue un curso necesariamente determinado; depende, por el contrario, de las decisiones que se adopten; podemos promover o detener una línea de investigación e innovación. La creencia según la cual la innovación es un proceso objetivo guiado por el saber técnico de científicos e ingenieros oculta la subordinación del conocimiento técnico a la dinámica institucional. La ciencia y la tecnología son una fuente de poder, de privilegios, de riqueza y de prestigio, y los intereses que la promueven no necesariamente son los intereses generales de la sociedad. *La ciencia es poder, y como cualquier otro poder, debe ser sometida a los mecanismos de control y regulación social, como cualquier otra actividad que compromete a la sociedad en su conjunto.*

### 6.2. *La evaluación de la tecnología*

Desde el inicio de la Revolución Industrial y hasta la Segunda Guerra Mundial existió un acuerdo prácticamente unánime sobre el carácter positivo de los avances científicos y las innovaciones tecnológicas. Unos y otras no eran sino hitos en la carrera del progreso por la que la humanidad avanzaba a velocidad cada vez más acelerada. Pero, a partir de la segunda contienda mundial, se fue abriendo paso una conciencia crítica que cuestionaba la percepción ilimitadamente optimista del desarrollo científico-técnico. Este movimiento tuvo su origen en el impacto producido por las bombas lanzadas sobre Hiroshima y Nagasaki, tanto en la opinión pública como en algunos medios científicos. La reacción social fue protagonizada por movimientos ambientalistas contra la energía nuclear y otras agresiones al medio ambiente. En los medios científicos y académicos esta reacción fue "capitaneada" por el grupo americano "Ciencia para el pueblo" y la "Sociedad Británica para la responsabilidad social en la ciencia". En los años setenta apareció también un movimiento social conocido como movimiento a favor de la tecnología alternativa o adecuada. Este movimiento sostiene que hay tecnologías que por su propia estructura son incompatibles con la participación ciudadana y agresivas con el medio ambiente; defiende la introducción de tecnologías "blandas", no agresivas con el medio ambiente y compatibles con la democracia y la participación ciudadana. Científicos radicales y defensores de la tecnología alternativa estiman que debe producirse una reorientación del sistema científico-tecnológico, pues la solución de los problemas no vendrá de "más ciencia y tecnología", sino de un tipo diferente de ciencia y tecnología

### 6.3. *El problema de la racionalidad tecnológica*

Max Weber sostenía que la característica fundamental de la sociedad moderna consistía en su tendencia hacia la creciente racionalización de las actividades y de las instituciones sociales, y entendía por racionalización la tendencia de los seres humanos a fundamentar las decisiones en una evaluación lógica de sus deseos y de las consecuencias de sus actos. De acuerdo con estas ideas, parece evidente que el incremento de la racionalidad resulta manifiesto en numerosos aspectos de la vida contemporánea.

Sin embargo, Marcuse, en *El hombre unidimensional*, intentó poner de manifiesto que, pese a su aparente racionalidad, en nuestra sociedad abunda la irracionalidad, esforzándose, al mismo tiempo, por hacer resaltar

la profunda distorsión existente entre el funcionamiento unilateral de la razón en la ciencia, en la tecnología y en la administración, y la profunda irracionalidad que reina en otros aspectos de la vida humana.

En este sentido, es irracional que, pese a la existencia de medios y riquezas suficientes para todos, numerosas personas se encuentren en situación de extrema pobreza. Es irracional que la paz se mantenga mediante la amenaza constante de la guerra. Es irracional que se utilicen los deportes para masificar y dirigir los afectos y las voluntades de los seres humanos. Es irracional la existencia de un gran número de hombres y mujeres sin personalidad ni sentido crítico, prestos a dejarse engullir y dirigir por el consumismo, por los deportes de masas y por las frases publicitarias. Pero, sobre todo, es profundamente irracional el uso que se hace de la ciencia y de la tecnología actuales, frecuentemente orientadas a desarrollar métodos de control y dominio sobre las conciencias humanas.

Pero, ¿por qué ha surgido la irracionalidad en medio de la racionalidad?. Según los filósofos de la escuela de Frankfurt, porque el progreso de nuestra sociedad se ha orientado sobre todo hacia el desarrollo de la razón instrumental, es decir, hacia el desarrollo de las ciencias físico-matemáticas, la tecnología y el incremento de la eficacia industrial, o, lo que es lo mismo, porque se ha empleado la razón como mero instrumento para conseguir fines científicos, técnicos y económicos, olvidando otras dimensiones esenciales de la vida humana, tales como los aspectos morales, la realización de las personas, la paz social, los derechos humanos, etc.

Según Habermas, todas las actividades humanas, tanto las teóricas como las prácticas y las pragmáticas, tienen como función intentar solucionar nuestros intereses. En este sentido, pues, dichos intereses constituyen invariantes humanas; es decir, no son ni míos, ni tuyos, ni de aquél, ni pertenecen a una clase social o una cultura, sino que son propios de todas las personas; por tanto, se encuentran siempre presentes en los seres humanos, como elementos impulsores de sus actividades. A este respecto, Habermas distingue tres clases de intereses:

- *intereses técnicos*: son aquellos que impulsan las actividades humanas orientadas hacia el conocimiento y el dominio o control técnico de la naturaleza.
- *intereses prácticos*: afanes que impulsan y orientan las actividades encaminadas a la comprensión de la cultura, a la organización de la sociedad y a la orientación de las relaciones entre los seres humanos.

- intereses emancipatorios: su misión es orientar las actividades que conducen a procurar la liberación de los seres humanos, tanto de su dependencia de la naturaleza como en relación a la sociedad.

Ahora bien, dichos intereses impulsan y se plasman en tres clases de acciones: acción instrumental, acción comunicativa y acción crítica.

- *acción instrumental*: toda acción orientada por intereses técnicos que se dirige a comprender y a dominar la naturaleza. Dicha acción se encuentra destinada a conseguir unos fines de carácter empírico, material y cuantificable, y en este sentido le interesa, exclusivamente, solucionar las dificultades técnicas para conseguir los fines pretendidos, sin atender, en cambio, a ningún otro tipo de consecuencias. Se trata, por tanto, de calcular racionalmente los medios más adecuados para alcanzar los fines apetecidos. Para conseguir sus fines, la acción instrumental se orienta o se rige, bien por el saber empírico y cotidiano (de carácter ingenuo y natural) o bien por las enseñanzas de las ciencias positivas; en el primer caso tiene lugar la actividad del trabajo, en el segundo, la actividad científico-técnica.
- *acción comunicativa*: surge a partir de los intereses prácticos, y su misión consiste en facilitar la comprensión entre las personas. Su plasmación concreta se lleva a cabo en lo cotidiano y empírico mediante el lenguaje, y en lo científico, mediante las ciencias humanas.
- *acción crítica*: surge en el ámbito de los intereses emancipatorios, y se orienta a la búsqueda constante de la verdad, de la libertad y de la justicia.

#### 6.4. *La correspondencia entre el fin y los medios*

Numerosos científicos y filósofos pensaron que con el surgimiento de la primera Revolución Industrial y el aumento de la producción se lograría resolver gran parte de los problemas de la sociedad. Pero, en realidad, los acontecimientos sociales siguieron otros derroteros; a saber: una minoría privilegiada, dueña de las fábricas y de los recursos económicos, amasó ingentes fortunas, mientras que amplias masas de obreros y campesinos fueron reducidos a mera mano de obra barata, condenados a trabajar para



poder subsistir, de tal modo que, como señaló Marx, el hombre se convirtió en mero medio al servicio de la producción, y como cualquier otro medio fue sometido a la ley de la oferta y la demanda. En este sentido, Marx vio con claridad que en el proceso industrial capitalista el trabajador devenía una mercancía más, es decir, mero medio económico, o lo que es lo mismo, los seres humanos eran considerados como medios para la producción; de tal modo que el reino de los fines (Kant: los seres humanos son fines en sí mismos) eran utilizados como medios, y al mismo tiempo, respecto a tales seres humanos, los medios eran elevados a la condición de fines. Los seres humanos, pues, eran considerados como cosas, *reificados* o *alienados*.

¿Ha cambiado la situación en nuestros días? Según Habermas y Marcuse, no. En nuestro tiempo predomina la *razón subjetiva*, y esta razón tiende a considerar los medios únicamente bajo su aspecto técnico y estratégico, prescindiendo de otro tipo de consideraciones. La razón aparece como mero instrumento para conseguir fines. Según esto, en la sociedad tecnológica actual, cualquier otro fin distinto a la propia producción y a la eficiencia económica tiende a ser despreciado, y de este modo, en dicho tipo de sociedad *los seres humanos corremos el peligro de ser considerados como meros medios*.

Para Marcuse y Habermas, un componente esencial de la sociedad avanzada actual lo constituye el predominio tecnológico de los *mass media*, mediante los cuales dicha sociedad tiende a imponernos la propia tecnología como ideología, y de este modo, propende a hacernos creer que los únicos fines objetivos existentes son los tecnológicos, que dichos fines están claros (aumentar la producción) y que todos los problemas humanos se reducen al orden técnico y científico de elegir los medios más adecuados; es decir, también en nuestros días el ser humano aparece frecuentemente degradado a la categoría de medio al servicio de una tecnología que le domina, o lo que es lo mismo, *también en nuestra época los seres humanos tienden a ser reificados, alienados*.

### 6.5. Crítica de la razón instrumental

Hemos visto que la razón instrumental da lugar a las ciencias físico-matemáticas, cuyo objetivo principal consiste en el conocimiento y dominio de la naturaleza y en el progreso tecnológico y económico. Ahora bien, el progreso tecnológico y económico, sirviéndose de los enormes poderes

de los *mass media*, lleva consigo el peligro de alienar, de reificar, a las personas, convirtiéndolas en meros medios dentro del proceso productivo. En consecuencia, se impone llevar a cabo la crítica de la razón instrumental, así como la de toda ideología y sistema de relaciones humanas que olvide la auténtica realidad y los auténticos intereses humanos. Con este fin, la Escuela de Frankfurt llevó a cabo la crítica de la razón instrumental desde la *racionalidad crítica*, desde la *razón crítica*.

La razón crítica trata de intentar eliminar la falsa ilusión objetivista del positivismo y del cientificismo, y al mismo tiempo superar toda situación social de carácter compulsivo y toda falsa ideología. Según la razón crítica, el ser humano, de acuerdo con las exigencias de los intereses emancipatorios, ha de esforzarse por justificar y orientar las realizaciones tecnológicas y económicas, así como el sistema de las relaciones humanas, desde fines o valores superiores. Únicamente mediante la actividad crítica, orientada por los intereses emancipatorios, pueden cobrar su auténtico significado los intereses técnicos y los intereses prácticos, es decir, la *razón instrumental* y la *razón comunicativa*.

A este respecto, Habermas critica el hecho de que la ciencia de nuestro tiempo se haya convertido en una colección de especialidades y haya renunciado a proporcionarnos una visión de conjunto del mundo, de la historia y de los seres humanos. Ante dicha situación, Habermas insiste en que el filósofo debe asumir la misión de *guardián de la razón y en que la filosofía debe adoptar la tarea de llevar a cabo una reflexión racional*, que procure comprender las diferentes clases de conocimientos y actividades en su contexto histórico y social, y de acuerdo con las exigencias de los intereses emancipatorios, esforzarse por liberar al sujeto humano de todos los elementos irracionales, de todos los restos de tiranía, de alienaciones, manipulaciones, etc.

La razón crítica se lleva a cabo mediante el ejercicio de autorreflexión. A este respecto, Habermas entiende por *autorreflexión la reflexión de la razón sobre sí misma*, una reflexión ininterrumpida, mediante la cual la razón se esfuerza por captar las condiciones universales y necesarias de una vida humana plenamente racional. Se trata de una reflexión que, en lugar de limitarse a las formas y contenidos científicos de la razón instrumental y a los usos y costumbres establecidos en nuestra realidad social y cultural por la razón comunicativa, intenta, por el contrario, avanzar más allá de ellos, esforzándose por descubrir y superar las ideas y las creencias irracionales o deformadas que se encuentran en dichas concepciones, o lo que es

lo mismo, por descubrir y superar los errores y prejuicios que amenazan a la dignidad humana.

La razón crítica se constituye en *razón dialéctica*. El objetivo hacia el que apunta dicha razón no puede ser otro que el de favorecer la progresiva liberación de los seres humanos de las cadenas naturales y culturales que les impidan su realización. En la persecución de dicho objetivo, la razón humana ha sido impulsada por *intereses técnicos* y por *intereses prácticos*, los cuales, a la luz de la razón crítica, llevan en su seno los *intereses emancipatorios*. Por tanto, la marcha de la razón crítica constituye un incesante progreso dialéctico, en tanto en cuanto, *mediante el ejercicio de la autorreflexión, aspira a trascender las situaciones actuales, para encontrar, más allá de éstas, otras más justas*. Nos encontramos, pues, ante una actividad dialéctica de la razón, encaminada a superar todas las ideologías e irrationalidades, en aras de una sociedad humana de la que haya desaparecido toda situación de compulsión e injusticia.

## 7. ALGUNOS AVANCES TECNOLÓGICOS Y SU INFLUENCIA EN EL MUNDO ACTUAL

### 7.1. *La revolución informática*

En 1989, Alvin Toffler escribió un libro<sup>15</sup> que pronto se convirtió en un clásico; su título era *La tercera ola*, y su tema, la sociedad de la información. La tesis del libro era que la irrupción de la sociedad de la información supondría en el mundo un cambio parecido al que impulsó la aparición de la imprenta. Nos encontrábamos así en la tercera ola (la primera fue la desencadenada por la revolución agrícola; la segunda por la revolución industrial). ¿Cuáles serían los efectos de esta tercera ola? En resumen, la irrupción de los ordenadores en nuestras casas tendría la virtud, según Toffler, de conseguir que –por fin– el hombre alcanzase una vida libre y humana.

La irrupción de la informática en nuestras vidas haría que por fin los seres humanos fuésemos iguales, pues la información es poder y si algo facilitaban las nuevas tecnologías de la información era el acceso a la misma. La información, almacenada en grandes bases de datos, sería accesible a todos por igual desde las grandes redes de comunicación –como, por ejemplo, Internet–.

<sup>15</sup> Toffler, A.: *La tercera ola*. Barcelona, Plaza Janés, 1984.

Pero, al mismo tiempo que todos seremos iguales, todos seremos diferentes. La informática, junto con la televisión por cable, harían posible que cada individuo tuviese acceso a fragmentos de ocio –por supuesto, a través de la TV– totalmente personalizados, con lo que se resaltarían las diferencias individuales, haciéndonos así más humanos.

Igualmente la informática supondría un aumento de nuestro tiempo libre, tiempo que podríamos dedicar al ocio. ¿Cómo se conseguiría esto? Veámoslo con un ejemplo. En Madrid, casi cualquier trabajador, tiene que emplear al menos una hora para ir de su casa al centro de trabajo y otra hora para volver del centro de trabajo a su casa; eso conlleva que la jornada de trabajo no es en realidad, de ocho horas, sino de diez. Supongamos ahora que nos encontramos en una sociedad completamente informatizada, una sociedad en donde Internet y las videoconferencias son moneda común –y barata–. Si eso es así, desde mi casa –conectado a un terminal de ordenador– puedo conectarme con la oficina y realizar –una vez más desde mi casa– el trabajo que tendría que realizar en la oficina. La consecuencia es clara, me he ahorrado dos otras de transporte; dos horas que han sido ganadas para el ocio.

Además, la era de los ordenadores haría posible –ya era hora– una auténtica democracia, una democracia en la que –como en Grecia– todo el mundo podría dar su opinión ante cualquier tema de interés público. Organizar un referéndum a través de Internet es rápido y barato.

Esta visión de las ventajas de la informática en nuestras vidas no ha sido defendida únicamente por Toffler; son muchos más sus defensores; entre ellos destaca el multimillonario Bill Gates<sup>16</sup>. Sin embargo, también hay autores que, sin dejar de lado las ventajas que la informática nos depara, han prestado también atención a los peligros de la “Sociedad de la información”.

Entre estos peligros merece la pena destacar los siguientes. Primero, la idea de la Sociedad de la Información oculta intereses que están implicados en el desarrollo de la tecnología de la información. Por ejemplo, sus defensores afirman que el acceso a la información es un medio asequible a todos o, al menos, que llegará a ser más equitativamente asequible. Sin embargo esto puede cuestionarse: la maquinaria informática es cara, algunas informaciones necesitan de un conocimiento especializado para ser comprendidas, etc. Segundo, la idea unificada de una Sociedad de la In-

<sup>16</sup> Bill Gates, *Camino al Futuro*. McGraw-Hill, Madrid 1995.

formación enmascara tensiones y contradicciones esenciales. Por ejemplo, mientras que los defensores declaran que la información puede hacerse más pública, también se está codificando y empaquetando para su uso comercial.

Los defensores de la Sociedad de la Información suelen argumentar que la convergencia de la informática y de las técnicas de comunicación permite nuevas maneras de configurar las relaciones entre el público y el Estado. En particular, la tecnología de la información, a través de mecanismos como la votación conectada, ayuntamientos electrónicos o el acceso a los documentos gubernamentales, estimularán, e incluso transformarán, la democracia. Sin embargo, algunos autores han planteado dudas acerca de una democracia participativa electrónica. Así, Winner señala que sus defensores confunden la total oferta de información con la capacidad para usarla y actuar sobre ella eficazmente<sup>17</sup>. Lyon indica tres razones por las que la mayoría de los conceptos de la democracia electrónica no tienen en cuenta la realidad tecnológica y política actual<sup>18</sup>. Primero, los bajos niveles de participación política no es posible que cambien por la mera introducción de tecnologías electrónicas. Además, como demuestra el uso efectivo de Internet por grupos racistas que proclaman la supremacía blanca, los extremistas son, a menudo, los más dotados de capital. Segundo, la manera en la que las tecnologías informativas están siendo desarrolladas significa que la posibilidad de un público informado pueda ser socavado por las tecnologías informativas: las presiones comerciales y liberalizadoras implican que la información está siendo codificada y nunca más "libre". Tercero, la comparación histórica debería hacernos sospechar: muchas tecnologías nuevas, como el ferrocarril y el teléfono (y ahora Internet), fueron aclamadas inicialmente por su potencial democratizador. Por último, está el problema de la vigilancia. La estandarización de la interfase entre bases de datos, y la capacidad de los ordenadores para almacenar, recuperar y comparar información rápidamente, significa que es muy fácil elaborar el perfil de un individuo. En la mayoría de las naciones occidentales la información sobre los ciudadanos está recogida en bases de datos informatizadas para el uso de los bancos, permisos de conducir, policía, departamentos fiscales o de inmigración, compañías de tarjetas de crédito, de servicios, teléfonos, etc. Aunque el acceso ha sido legalmente regulado por las Actas de Protección de Datos, estas leyes son generalmente difíciles de interpretar y de hacer cumplir, y no existe protección contra el acceso no oficial. Es más, la

<sup>17</sup> *¿Tienen política los artefactos?*, o.c.

<sup>18</sup> D. Lyon, *Postmodernidad*, Madrid, Alianza, 1997, p. 82 ss.

abundancia de datos ha dado origen a un tráfico de datos en donde lo único que no se tiene en cuenta es la intimidad y los deseos de los individuos; en este sentido, en cuanto alguien rellena un formulario casi en cualquier sitio, está facilitando, sin proponérselo, que sus datos sean comercializados, sin su permiso, corriendo el riesgo, entre otras cosas, de que su buzón se llene de información no pedida y no deseada.

## 7.2. La biotecnología

Con el descubrimiento del ADN por Watson y Crick, se abrió una nueva era en la historia de la humanidad comparable, para algunos, a la revolución copernicana del renacimiento. El descubrimiento del ADN y de cómo modificarlo dio lugar a la biotecnología; la biotecnología sería la disciplina que se encarga de mejorar –y a veces crear– mediante la manipulación de los genes las especies existentes.

En este sentido, la biotecnología puede contribuir a incrementar la producción de alimentos básicos, con lo que haría posible la reducción de hambre en el mundo; también puede aplicarse a la obtención de fármacos, lo que haría posible la curación de enfermedades hasta ahora incurables; a la descontaminación o biodegradación, lo que haría posible eliminar gran cantidad de residuos contaminantes que ahora hay en el planeta; ha hecho posible la fecundación *in vitro*, lo que ha permitido que muchas parejas, que por el método tradicional no podían tener descendencia, la tengan; ha permitido la creación de plantas y animales más resistentes a ciertas enfermedades y, últimamente, mediante la *clonación*, ha permitido crear múltiples copias idénticas de un ser vivo.

Sin embargo, la interferencia en los procesos de reproducción, la obtención de animales transgénicos y la posibilidad de traspasar las barreras evolutivas entre especies diferentes despiertan en muchos colectivos sentimientos de incertidumbre, temor e inseguridad ante el futuro. La biotecnología está alterando los conceptos tradicionales de “naturaleza” y “vida” y no está claro lo que podemos esperar de seres humanos convertidos en “dueños de la evolución”. Desentrañar a escala molecular los procesos de la vida es visto por algunos como una “desacralización”, antesala de manipulaciones aberrantes apenas imaginadas por la ciencia-ficción. Colectivos con sensibilidades muy diferentes coinciden en rechazar la ingeniería genética de humanos, plantas y animales por considerarla una “instrumentalización” inaceptable de la naturaleza, al servicio sólo de intereses económicos.

Investigadores y profesionales vinculados a la biotecnología tienden a valorar sus ventajas en cuanto supone la adquisición de una nueva tecnología, muy versátil y potente, importante en sí misma como clave para nuevos desarrollos en biomedicina, agroindustria y alimentación. A los eventuales destinatarios de sus aplicaciones y productos les preocupa no tanto el “salto tecnológico” sino los posibles riesgos para la salud y el medio ambiente, que de ser importantes oscurecerían las ventajas prometidas por los expertos.

Las promesas de la biotecnología agrícola residen en aumentar la productividad y reducir costes, generar innovaciones y mejoras en los alimentos y conducir a prácticas agrícolas más “ecológicas”; contribuir, en suma, a la agricultura sostenible, que utiliza los recursos con respecto al medio ambiente y sin hipotecar a las generaciones futuras. Pero además la manipulación genética de plantas tendrá un impacto en otros sectores productivos: floricultura y jardinería, industria química e industria farmacéutica.

La disputa científica sobre la evaluación de riesgos ambientales de los organismos genéticamente modificados se centra sobre todo alrededor de los efectos de la actual plantación masiva de plantas transgénicas. Según sus críticos, los peligros a evaluar se podrían centrar en los siguientes:

1. Posibilidad de que las plantas genéticamente modificadas, por efecto del nuevo material genético introducido, puedan modificar sus hábitos ecológicos, dispersándose e invadiendo ecosistemas, al modo de malas hierbas.
2. Posibilidad de transferencia horizontal del gen introducido, desde la planta genéticamente modificada a individuos de especies silvestres emparentadas que vivan en las cercanías del campo de cultivo, lo que podría conllevar la creación de híbridos que a su vez podrían adquirir efectos indeseados (invasividad, resistencia a plagas, incidencia negativa sobre otros organismos del ecosistema, etc). La ocurrencia de este tipo de fenómenos sería especialmente preocupante de producirse en los centros de biodiversidad de los países tropicales, porque podría amenazar la integridad de los ricos recursos genéticos que se alberga en ellos.
3. Teniendo en cuenta que ciertas manipulaciones recientes de plantas para hacerlas resistentes a enfermedades ocasionadas por virus implican la introducción de algún gen del virus en cuestión o de otros relacionados, cabrá la posibilidad de recombinaciones

genéticas productoras de nuevas versiones de virus patógenos para las plantas.

Otro tema de controversia sobre las plantas transgénicas prolonga el debate sobre los efectos de la pérdida de diversidad genética de las especies domesticadas. La Revolución Verde trajo consigo la imposición de un número limitado de variedades de alto rendimiento, seleccionadas para ser efectivas en el contexto de una agricultura mecanizada y altamente dependiente de productos químicos. En este proceso de selección se han perdido muchas variedades genéticas que podrían ser útiles ante un cambio en determinadas condiciones ambientales o ante una nueva plaga. Mientras que los defensores de la Ingeniería Genética plantean que con esta técnica se está añadiendo genes nuevos, los genéticos de poblaciones responden que insertar uno o dos genes a las especies de cultivo no supone una ganancia sustancial; pero, además, critican el aspecto cualitativo de este enfoque: los transgenes no han pasado la dura prueba de la evolución en la especie receptora, y por lo tanto, siguen siendo una entidad extraña en el genoma hospedador, no sometidos a los delicados equilibrios e interacciones con el resto de genes de la planta donde deben funcionar. Por otro lado, dadas las tendencias de la Agricultura actual a sustituir las variedades tradicionales por las modernas, ¿qué efectos en la diversidad genética tendrá el hecho de que se empiecen a introducir a gran escala una serie de nuevas cosechas biotecnológicas cada vez más uniformes? ¿Compensan los rendimientos mayores esperables a corto plazo frente a una mayor vulnerabilidad de estas plantas a largo plazo debido a una menor diversidad genética? Muchos genéticos de poblaciones se preguntan si los esfuerzos por preservar ciertas porciones de biodiversidad son la única manera racional de salvar recursos genéticos que pueden ser imprescindibles para afrontar los retos de la alimentación del futuro. Por lo tanto, si estas tendencias actuales no se corrigen, lo que cabría esperar es que los intereses comerciales y la mera búsqueda de mejoras en los rendimientos económicos conlleven el que la biotecnología vegetal colabore en la erosión genética de las plantas de cultivo y de sus parientes silvestres, a costa de prácticas agrícolas tradicionales que usan numerosas variedades locales adaptadas a condiciones específicas.

Para algunos autores, el fenómeno de la biotecnología obliga también a un replanteamiento de los derechos humanos. En efecto, el hecho de afectar a la raíz de la vida humana la nueva genética, sea a través de las técnicas de reproducción asistida o de las de ingeniería genética en un sentido amplio, provoca una convulsión en los derechos humanos, que obliga



a reformular algunos de los tradicionales e incluso a la creación de nuevas categorías de los mismos.

Karel Vasak<sup>19</sup> vertebra los derechos del hombre en tres categorías: derechos civiles y políticos; derecho económicos, sociales y culturales; y derechos de solidaridad. En el mismo sentido, Pérez Luño<sup>20</sup> habla de los derechos humanos como “categorías históricas”, o sea derechos de la primera generación –que están constituidos por los derechos civiles y políticos–; de la segunda generación –los derechos económicos, sociales y culturales–; y los de la tercera generación –los derechos de solidaridad–, considerando como los “valores guía” de cada generación la libertad, la igualdad y la solidaridad, respectivamente. Los derechos de primera generación confieren al hombre el poder de elegir, los de segunda generación, el poder de exigir, y los de tercera generación se convierten en “derechos-obligaciones”. Dentro de estos últimos, además del derecho a la paz, o al desarrollo, o al medio ambiente, estaría el derecho al patrimonio genético humano sin manipular, es decir, el derecho a la herencia genética. Dicho derecho –desde otra perspectiva– puede considerarse también como una “categoría ética”, por estar vinculado a la dignidad humana y al derecho a la vida en su doble dimensión física y moral.

El derecho debe responder a las cuestiones que plantea la ingeniería genética fundamentalmente desde un doble plano: el de los principios y el de las leyes. Desde el plano de los principios ha de tener presente básicamente los siguientes:

1. La dignidad humana como un “a priori”, como una categoría moral. Se trata de una dignidad ontológica, que se posee en función de la condición humana, y que no depende por ello ni de su conducta ni de su otorgamiento o no por el Estado, Constitución, Ley, etc. Dignidad que, al ser común a todos los seres humanos, les hace iguales y acreedores a “igual consideración y respeto”, pues todo ser humano, simplemente porque lo es, tiene derecho a algo: respeto y consideración. Por ello, no hay principio más axial ni valor más fundamental que sirva para legitimar la investigación sobre el genoma humano, ahora y en su momento sobre las

<sup>19</sup> Karel Vasak, “La declaración universal de los derechos humanos de las generaciones futuras”. Revista de Derecho y Genoma Humano, Universidad de Deusto, Nº 1, julio-diciembre 1994, Bilbao, España, pp. 221 ss.

<sup>20</sup> Pérez Luño, Antonio Enrique (Coord.): *Derechos humanos y constitucionalismo ante el tercer milenio*. Marcial Pons, Ediciones Jurídicas y Sociales, Madrid 1996.

posibles aplicaciones, que el de la dignidad humana. Dignidad que ha de estar siempre presente a la hora de enjuiciar lo jurídico y sin la cual le faltaría el referente ético esencial, que ana del respeto que todo ser humano merece por su mera y simple condición y se manifiesta en el respeto de sus derechos humanos. No debemos olvidar que el hombre es un fin y el derecho un medio a su servicio.

2. Igual respeto de todos los seres humanos precisamente por la dignidad de que están revestidos, no por sus características genéticas u otro tipo de consideraciones.
3. Solidaridad entre todos los miembros de la generación actual y de ésta con las generaciones futuras.

En el plano de las leyes, al legislador se le plantean los siguientes problemas:

1. Dificultad de una respuesta adecuada ante la velocidad de los descubrimientos y aparición de nuevas técnicas.
2. Dificultad al no conocer las consecuencias en ciertos casos.
3. La realidad a ordenar no es la de un país, sino la de la comunidad internacional.
4. Armonizar respeto y libertad de investigación, los avances científicos, la dignidad y el respeto a los derechos humanos.
5. Garantizar los derechos de las generaciones futuras.

#### A MODO DE CONCLUSIÓN.

Creo que es evidente, por todo lo expuesto anteriormente, que la Tecnología está conformando el mundo de una forma nueva y bastante peculiar con respecto al pasado . Desde el momento a partir del cuál los avances tecnológicos están introduciendo nuevas formas de entender la realidad, no ya por su descubrimiento por la razón teórica, si no por su construcción mediante la razón instrumental y, por ende, tecnológica, las posibilidades del hombre en el mundo han cambiado.

La Tecnología no es un apartado específico de la Ciencia. Tiene carácter propio. Y su nivel de innovación y de éxito es tal, que asusta. La

mentalidad humana ha de cambiar, ¿por qué, y en qué sentido?. Por la sencilla razón de que la racionalidad tecnológica deja en nuestro poder tal capacidad de creación y desarrollo que nos obliga a sentirnos responsables de nuestra propia acción en el mundo. Responsables en el sentido de que un exceso de optimismo, y de orgullo, puede llevarnos a considerarnos dioses, a creer que podemos manipular a nuestro antojo la realidad, y que todo ello nos lleve precisamente a volver a alienar, reificar y explotar al propio ser humano. Abandonando la ya tan manida consideración de que la tecnología es buena o mala en sí misma, tenemos que ser conscientes del "uso" que queremos darle al aparato tecnológico. La racionalidad tecnológica como una racionalidad de fines puede, y en cierto sentido debe, estar orientada a realizar la finalidad máxima del ser humano, esto es, conseguir un mundo donde todos podamos vivir mejor, y donde las barreras impuestas por la naturaleza no sean obstáculos para la plena realización de la existencia humana.

Puede que esta idea anteriormente expuesta sea considerada como ilusa, y es susceptible de estar sometida a toda la crítica que anteriormente he citado. Pero precisamente, porque creo en ella, es por lo que creo necesaria una "teoría crítica de la racionalidad tecnológica", objetiva y autónoma.

#### BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.

- Agazzi, E., *El bien, el mal y la ciencia. Las dimensiones éticas de la empresa científico-tecnológica*, Madrid, Tecnos, 1996.
- Caldwell, L. K.: *Ecología*, Madrid, McGraw-Hill, 1993.
- Cerroni, U., *Técnica y libertad*, Barcelona, Fontamara, 1970.
- Chalmers, A. F., *La ciencia y cómo se elabora*, Madrid, Siglo XXI, 1992.
- Cortina, A., *Ética aplicada y democracia radical*, Madrid, Tecnos, 1993.
- Dussel, E., *Ética de la liberación. En la era de la globalización y la exclusión*, Madrid, Trotta, 1997.
- Echeverría, J., *Filosofía de la ciencia*, Madrid, Akal, 1995.
- Elster, J.: *El cambio tecnológico*, Barcelona, Gedisa, 1990.
- Friedman, G., *El hombre y la técnica*, Barcelona, Ariel, 1970.
- Feyerabend, P. K.: *La ciencia en una sociedad libre*, Madrid, Siglo XXI, 1982.
- González García, M., López Cerezo, J.A., Luján, J.L., *Ciencia, Tecnología y Sociedad: introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*, Madrid, Tecnos, 1996.
- Habermas, J.: *Ciencia y técnica como "ideología"*, Madrid, Tecnos, 1994.
- Heidegger, M., *La pregunta por la técnica*, Santiago de Chile, Universitaria, 1984.

- Kuhn, T. S.: *La estructura de las revoluciones científicas*, México, F.C.E., 1971.
- Marcuse, H.: *El hombre unidimensional*, Barcelona, Seix Barral, 1971.
- McCarthy, T., *La teoría crítica de Jürgen Habermas*, Madrid, Tecnos, 1998.
- Merton, R.K.: *La sociología de la ciencia*, Madrid, Alianza, 1977.
- Mumford, L., *El mito de la máquina. Las técnicas y el desarrollo de la humanidad*, vol I. Buenos Aires, Emecé, 1969.
- Ortega y Gasset, J., *Meditación de la técnica*, Madrid, Revista de Occidente, 1968.
- París, C.: *El animal cultural*, Barcelona, Crítica, 1994.
- Quintanilla, M.A.: *Tecnología: un enfoque filosófico*, Madrid, Fundesco, 1989.
- Rodríguez Alcázar, F.J., Medina Doménech, R.M., Sánchez Cazorla, J.A. (eds.), *Ciencia, tecnología y sociedad: Contribuciones para una cultura de la paz*, Granada, Universidad de Granada, 1997.