

# LA REVOLUCIÓN TECNOCIENTÍFICA<sup>1</sup>

Javier Echeverría<sup>2</sup>

F.C.E. ENERO 2003

## Prólogo

La revolución tecnocientífica implica un nuevo modo de hacer ciencia. Se inició en los EEUU en la época de la Segunda Guerra Mundial, se consolidó con la Guerra Fría y, ulteriormente, se ha ido extendiendo a otros países, en particular por Europa, Japón y Canadá... La Unión Soviética no fue capaz de dar el nuevo salto, por falta de capacidad financiera y de tejido empresarial...<sup>3</sup>

Los paradigmas básicos siguen subsistiendo en física, química, biología y matemáticas... No estamos ante una revolución epistemológica ni metodológica, sino una revolución praxiológica...

Conceptos básicos: los sistemas tecnocientíficos y las acciones tecnocientíficas... la revolución tecnocientífica del siglo XX ha transformado ante todo la estructura de la práctica científico-tecnológica. En particular, han cambiado los sistemas de valores.

La curiosidad y la búsqueda de conocimiento pudieron estar a la base de la emergencia de la ciencia moderna. En cambio, *la lucha por el poder es el motor de la tecnociencia contemporánea*. La tecnociencia es, muy especialmente, una condición necesaria para la victoria militar... → la filosofía de la ciencia debe ser filosofía de la tecnociencia, centrada en la praxis científica y el problema de su validación...

## Cap 1

Stanford, 1988, Bruce Hevly, características de la macrociencia -precedente inmediato de la tecnociencia-: a) la concentración de los recursos en un número muy limitado de centros de investigación; b) la especialización de la fuerza de trabajo en los laboratorios; c) el desarrollo de proyectos relevantes desde el punto de vista social y político, que contribuyen a incrementar el

---

<sup>1</sup> Usamos una versión pdf sin numeración, de ahí que las citas no estén referenciadas a las páginas correspondientes del libro publicado, y si lo están, lo están a la paginación de la versión Word del pdf utilizado.

<sup>2</sup> Javier Echeverría Ezponda (Pamplona, 1948) es un filósofo, matemático, ensayista y catedrático español. Licenciado en Filosofía y Matemáticas por la Universidad Complutense de Madrid, obtuvo el doctorado en Filosofía en la misma universidad, así como el '*doctorat ès lettres et sciences humaines*' en la Universidad de París I *Panthéon-Sorbonne*. Profesor en la Politécnica madrileña y catedrático de Filosofía y Lógica de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU). Ha sido director del Instituto de Filosofía del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Actualmente es vicepresidente de la Academia de las Ciencias, las Artes y las Letras del País Vasco. Especialista en axiología y filosofía de la ciencia, las relaciones entre la tecnología, ciencia, nuevas tecnologías de la información y el papel del ser humano y la sociedad como conjunto. Prolífico autor de ensayos en torno a su labor investigadora, con los que ha conseguido premios destacados: en 1995 ganó el Premio Anagrama de Ensayo con *Telépolis* y en 2000 el Premio Nacional de Ensayo por *Los señores del aire: Telépolis y el Tercer Entorno*.

<sup>3</sup> Este libro se escribe ignorando por completo la posición de China, lo que demuestra la aceleración de los cambios que sufrimos. La constitución de los BRICS cambia por completo el panorama. USA ha amenazado con aranceles del 100% si proponen una moneda común. Matizará en el cap. 1: si a partir de 1947 con el proyecto Sputnik... "la *Big Science* también se desarrolló en la Unión Soviética, pero con posterioridad..." Pero no tecnociencia: "... en el bloque soviético hubo macrociencia, pero no se dio el paso a la tecnociencia, precisamente por carecer de un sistema empresarial y de una economía de mercado que permitiera abrir nuevas fuentes de financiación para la investigación tecnocientífica, aparte de las estatales." 35

poder militar, el potencial industrial, la salud o el prestigio de un país; d) requiere la interacción entre científicos, ingenieros y militares. Origen: proyecto Manhattan, década de los 40.<sup>4</sup>

Caracterización de Echeverría: a) financiación gubernamental... en torno a unos pocos centros y proyectos (Berkeley, MIT, Moore School, Los Alamos, etc.), todos ellos con fuerte apoyo militar o político; b) integración de científicos y tecnólogos; c) Contrato social de la ciencia: científicos, tecnólogos, ingenieros, instituciones públicas -pocas- y empresas privadas... I+D; d) industrialización y militarización... con sus valores correspondientes...; e) políticas científicas a nivel estatal...; f) agencias macro -frente a científicos individuales/grupos independientes- (datos: el 50% de los matemáticos trabaja en USA para la industria militar; en 1955 el 80% de las inversiones estatales fueron I+D, a través del departamento de defensa...). Las acciones macrocientíficas tienen objetivos plurales, algunos de los cuales son científicos y tecnológicos, otros militares, empresariales o políticos.

La macrociencia de los años 50 acabó convirtiéndose en tecnociencia a finales del siglo XX.<sup>5</sup> Término propuesto en 1983 por Bruno Latour<sup>6</sup>... para luchar contra el paradigma interior/exterior (p.e., en Bunge): a) dentro de la ciencia son activos los científicos, fuera de ella los políticos, empresarios, docentes...; b) la ciencia se hace ante todo en los laboratorios experimentales y se perfecciona en los congresos y revistas científicas con control interpares; c) ese conocimiento se difunde a la sociedad y se aplica para resolver cuestiones prácticas → ciencia aplicada → ciencia en contacto con la sociedad...

Precisiones de J.E. sobre su caracterización de las tecnociencias:

- 1º, **no definir**, sino dar rasgos distintivos;
- 2º, **gradualidad**, no demarcacionista;
- 3º, **no reduccionismo** -siguen las actividades técnicas, las tecnológicas y científicas, no todo es ya tecnociencia-;
- 4º, las revoluciones tecno-científicas no caben en el esquema de las revoluciones científicas (Kuhn);
- 5º. Hablaremos de acción y de actividad, más que de conocimiento científico y artefactos tecnológicos. Este es el cambio principal que proponemos a la hora de estudiar la revolución tecnocientífica → “**praxiología**”, una “teoría de la praxis tecnocientífica”;<sup>7</sup>
- 6º → **axiología** de la tecnociencia en sus diversas modalidades: tecnomatemáticas, tecnofísica...

Al hilo de la reflexión de Quintanilla: **Técnicas** -previas y sin vínculo con el desarrollo científico, por ejemplo, la escritura-; **Tecnologías**: técnicas desarrolladas a partir de... y con vínculo con la ciencia y la industria... ej. telégrafo; **Tecnociencias**, tecnologías desarrolladas a partir de un nuevo espacio informacional... ej. ordenadores...

Se diferencia entre...

- Técnicas: “conjunto de todas las realizaciones técnicas concretas posibles con esa máquina”  
→ un conocimiento orientado que sabe;

---

<sup>4</sup> El primer poder mencionado es el militar... ergo...

<sup>5</sup> Curiosamente, fue la administración republicana de Nixon la que ralentizó el proceso...

<sup>6</sup> Contra Latour, no todo es tecnociencia... utiliza una noción de sociedad que no precisa...

<sup>7</sup> Por supuesto, Echeverría no relaciona si praxeología con la praxeología de Antonio González propuesta como filosofía primera.

- Realización técnica: “Una realización técnica es un sistema de acciones humanas intencionalmente orientado a la transformación de objetos concretos para conseguir de forma eficiente un resultado valioso”;
- Realización tecnológica “Una realización (o aplicación) tecnológica es un sistema de acciones humanas, industriales y vinculadas a la ciencia, intencionalmente orientadas a la transformación de objetos concretos para conseguir eficientemente resultados valiosos”.

Se vinculan a la noción de capacitación – desarrollada por el economista A. Sen-.

Aracil, en toda acción tecnológica se “presupone que el agente dispone de una representación adecuada tanto del objeto sobre el que actúa<sup>8</sup>, como de los objetivos que se pretenden con la acción”...

Se excluyen los comportamientos instintivos... No describir el mundo, sino transformarlo...

Propone J.E.: “Una realización (o aplicación) tecnológica es un sistema de acciones regladas, industriales y vinculadas a la ciencia, llevadas a cabo por agentes, con ayuda de instrumentos, e intencionalmente orientadas a la transformación de otros sistemas con el fin de conseguir resultados valiosos evitando consecuencias y riesgos desfavorables”<sup>9</sup>

## Cap II: Caracterización de las tecnociencias...

La tecnociencia es una profundización de rasgos de la macrociencia... a saber:

- a): **financiación privada de la investigación:** A partir de los años 80 la financiación privada de I+D superó a la pública, y desde entonces ha seguido creciendo, hasta llegar al 70% del total de la inversión en I+D en los EEUU; ya como I+D+i, no tenían como objetivo la generación de conocimiento, sino la innovación tecnológica y su capitalización en el mercado...
- b): **Mediación mutua entre ciencia y tecnología...**

---

<sup>8</sup> Yo/// Una máquina incorpora un imperativo pragmático de uso que comienza por su ergonomía y establece las condiciones de funcionamiento adecuado sin las cuales sencillamente “no funciona”. Y solo se puede usar correctamente porque la experienciación de su utilización es a su vez verdadera, así, usar bien una moto exige una aprehensión sensible correcta tanto de la moto como de su uso... tenemos, pues, el éxito pragmático que supone usar correctamente un artefacto sólo es posible sin mediación, esto es, cuando el poder de sí se ejerce en el conocimiento recto del uso, esto es, de la máquina y de su utilización... también, en la realización tecnológica, el hombre coloniza el mundo en la verdad de su experiencia... por decirlo de algún modo: la praxis nunca es escéptica, siempre se apoya en la autogestión de un poder que sabe de sí sin mediación

<sup>9</sup> Yo/// Se excluyen las técnicas no mediadas por máquinas, por ejemplo, una técnica respiratoria, o una técnica de lucha corporal... Hay que recordar que toda tecnología, incluido la tecnociencia, incorpora la dimensión corporal de su manejo... También que la inmensa eficacia constatada, se constata siempre en la interface [yo ↔ no-yo], una interface de sensibles conscientemente aprehendidos. La eficacia tecnológica, como la experimentación científica, no abolen la dimensión de autogestión de un saber que sabe de sí en su saber de lo otro de sí. Digamos que esta eficacia es la eficacia radical en que toda otra eficacia radica... Diccionario de Autoridades - Tomo III (1732) eficacia. s. f. Virtúd, actividad, fuerza y poder para obrar. Es tomado del Latino *Efficacia*. Latin. *Virtus. Efficacitas*. NUÑ. Empr. 23. más eficácia tienen para obligar las lágrymas que las voces. VALVERD. Vid. de Christ. lib. 2. cap. 24. Viose entonces la eficácia omnipotente de la Divina vocación. Cabría decir que en esta eficacia radical no ha lugar para discernir entre eficacia y eficiencia...

- c): **Empresas tecnocientíficas:** En la mayoría de los casos, la “patentabilidad” prima sobre la “publicabilidad”, invirtiéndose uno de los valores clásicos de la ciencia moderna... *La tecnociencia siempre está guiada por valores económicos...*
- d): **Redes de investigación:** Los objetos investigados son representaciones informáticas, los datos empíricos devinieron tecnodatos y los equipos de investigación y contrastación estaban dispersos geográficamente, pero conectados por vía tecnológica...
- e): **Tecnociencia militar...** primer ejemplo, guerra química, constitución definitiva, proyecto Manhattan... hasta la ciberguerra... Latour llega a afirmar que “la tecnociencia es parte de una máquina bélica, y debe ser estudiada como tal”, si bien exagera el vínculo: hay tecnociencia que no... aunque: “cabe mencionar que en los años 90 más del 50% de los matemáticos estadounidenses eran empleados por el Departamento de Defensa, la CIA o la National Security Agency.” (44)
- f): **nuevo contrato social** de la tecnociencia, enmarcada en proyecto de política estatal que promueven sinergias entre científicos-políticos-empresarios...
- g): **pluralidad de agentes tecnocientíficos...** La filosofía de la ciencia debatió largamente sobre el carácter objetivo del conocimiento científico, en términos de Popper, sobre la epistemología sin sujeto. Tras un proceso de aprendizaje, cualquier ser humano podía aceptar y hacer suyo el conocimiento científico. En el caso de la tecnociencia, en cambio, se requieren equipos complejos y heterogéneos de personas, así como diferentes tipos de medios e instrumentos. El sujeto de la tecnociencia es plural, no individual.
- h): Tecnociencia y medioambiente... su tremendo impacto sobre el medio-ambiente...
- i): Tecnociencia y sociedad... La paulatina irrupción y consolidación de la tecnociencia ha cambiado radicalmente esa relación con el público, al haberse producido una **crisis de confianza** de los ciudadanos con respecto a la investigación tecnocientífica y, en particular, respecto a los informes o evaluaciones de los expertos... se contestan abiertamente algunas de las principales innovaciones tecnocientíficas. Conviene recordar que “... **la tecnociencia no sólo está orientada hacia el control y dominio de la naturaleza, como era el caso en las ciencias baconianas, sino que se proyecta ante todo al control y dominio de las sociedades**” (p. 53), como ya hemos señalado anteriormente. Esta es la razón de fondo por la que la relación entre la tecnociencia y la sociedad es conflictiva.
- j): **Tecnociencia y política internacional...** reestructuración del mapa de alianzas post-segunda guerra mundial en materia tecnocientífica en función de intereses estratégicos...
- k): **La gestión de la tecnociencia...** Un científico que trabaja en una empresa tecnocientífica puede ignorar por completo el sentido último de las investigaciones que realiza. Adscrito a una cadena de producción de conocimiento, sólo conoce una pequeña parcela del proyecto de investigación en el que colabora, sobre todo en el caso de los macroproyectos. Frente al científico clásico, que afrontaba unos problemas que conocía e intentaba resolver, el tecnocientífico desarrolla un trabajo investigador a cambio de una retribución económica, convirtiéndose en un asalariado más. Aparte de los expertos en investigación, desarrollo e innovación, las empresas tecnocientíficas requieren expertos en labores administrativas.
- l): **Tecnociencia y derecho...** Las restricciones jurídicas de la investigación tecnocientífica son muy efectivas en los países democráticos, razón por la cual algunas empresas tecnocientíficas optan por la extraterritorialidad, ubicando sus sedes centrales, e incluso sus laboratorios, en países con menor control político y jurídico.
- m): **Tecnociencia y valores...** la tecnociencia se caracteriza por la existencia de **conflictos de valores**, los cuales pueden adoptar modalidades diversas según los países, los momentos y las disciplinas.

- n): **Tecnociencia e informática...** Los dos principales pivotes metodológicos de la ciencia moderna fueron las matemáticas y el método experimental. La informática y las simulaciones constituyen las dos grandes novedades metodológicas del siglo XX... La informática posibilita un nuevo tipo de experimentación y predicción, que no es determinista sino probabilística. Todo ello es imprescindible a la hora de calcular los efectos, las consecuencias y los riesgos de las acciones tecnocientíficas, tanto porque no se dispone de otros instrumentos de análisis como, sobre todo, porque la realimentación de los datos permite llevar a cabo múltiples experimentos de una manera virtual... puesto que las máquinas son un tipo de sistemas, la informática permite asimismo investigar la evolución de otros tipos de sistemas<sup>10</sup> (físicos, químicos, biológicos, económicos, sociales, urbanos, etc., incluidos los sistemas SCyT de política científico-tecnológica). Como señala Aracil, “se puede hacer de ella una réplica potencial de cualquier sistema que tratemos de estudiar”... La emergencia de la informática en la segunda mitad del siglo XX tiene una gran importancia filosófica y científica, entre otras razones porque permite representar sistemas complejos, que no son tratables mediante los recursos de la matemática clásica...
- o): **Tecnociencia y sociedad de la información y el conocimiento...** La macrociencia surgió como un desarrollo de la sociedad y, como vimos, supuso una industrialización del conocimiento científico. La tecnociencia, en cambio, está vinculada a una nueva modalidad de sociedad, que ha empezado a configurarse en las dos últimas décadas del siglo XX: la sociedad de la información y el conocimiento.

Las tecnociencias, como las ciencias desde las que evolucionan, son plurales: tecnomatemáticas<sup>11</sup>... en todas constatamos que... la informática es el formalismo de la tecnociencia...

### Cap. III Las revoluciones tecnocientíficas...

Contrariamente a Kuhn, mantendremos que las revoluciones tecnocientíficas:

- 1.- *No alteran únicamente el conocimiento, sino ante todo la práctica científica y tecnológica.*
- 2.- *Las tecnociencias modifican el mundo social, no sólo la naturaleza.* Lo principal es la transformación del mundo que producen, y en particular del mundo social... La tecnociencia no sigue el programa baconiano, conocer bien la naturaleza para poderla dominar mejor, sino que *se orienta hacia la transformación, el control y en algunos casos<sup>12</sup> el dominio de las sociedades y los seres humanos*. La tecnociencia es una nueva modalidad de poder, que se plasma en la organización de los sistemas de ciencia y tecnología en los diversos países. Por ello está estrechamente vinculada al poder político, económico y militar. 90
- 3.- Las revoluciones tecnocientíficas conllevan un profundo cambio en el lenguaje científico y tecnológico, pero dicha transformación no atañe a las relaciones de significado entre el lenguaje y la naturaleza... Cuando Kuhn se refiere al lenguaje científico, piensa en una relación referencial entre las palabras y la naturaleza. El problema que más le ocupó fue el de los conceptos científicos y sus cambios de significado cuando se producen revoluciones científicas, así como la aparición de nuevos conceptos. En el caso de las revoluciones tecnocientíficas, también surgen nuevos

---

<sup>10</sup> Siempre la homoiosis... Es sorprendente como el sujeto es elíptico, también en el discurso de Echeverría...

<sup>11</sup> Sería interesante mostrar su vínculo con la industria militar...

<sup>12</sup> Yo//// No. La dominación es sistémica, porque viene marcada por el poder del capital que la tutela en su desarrollo y distribución... al servicio por supuesto del capital...

lenguajes: los lenguajes informáticos de cada disciplina... los lenguajes informáticos ordenan acciones. Un lenguaje de programación está basado en comandos para que una máquina lleve a cabo determinadas acciones cuando se den una serie de condiciones previamente fijadas... De lo anterior se derivan importantes consecuencias filosóficas. En primer lugar, *no hay hechos tecnocientíficos sin acciones previas*. Los hechos no vienen dados por la naturaleza, no se ofrecen a nuestra experiencia inmediata, suscitando nuestra curiosidad. Por el contrario, han de ser obtenidos tras desplegar enormes aparatos de observación y experimentación, los cuales han de funcionar bien <sup>13</sup> ... Estas exigencias técnicas previas plantean cuestiones filosóficas de envergadura, por ejemplo, *la necesidad de disponer de una teoría de la acción correcta*, no sólo del conocimiento justificado o válido. Asimismo, es preciso comparar las acciones previstas y las efectivamente realizadas, para ver el grado de adecuación entre unas y otras. En tal caso estamos ante *un problema de correspondencia y adecuación entre acciones, que nada tiene que ver con la verdad como adecuación de los filósofos clásicos*, sino con el problema de la intercorrespondencia entre acciones independientemente del operador que las lleve a cabo.

Paradigma. Como ha indicado Pérez Ransanz, Kuhn usa el término en dos sentidos diferenciados: “1) Paradigma como ejemplo de solución exitosa (y sorprendente) de cierto tipo de problemas, que es reconocido por toda la comunidad pertinente, y 2) paradigma como conjunto de compromisos compartidos por una comunidad de especialistas”. En sus Segundos Pensamientos sobre Paradigmas... Kuhn partió de un criterio sociológico para la identificación de los paradigmas: “un paradigma es lo que los miembros de una comunidad científica, y sólo ellos, comparten”... no vale para las tecnociencias pues... las agencias titulares de la tecnociencia incluyen mucho más que científicos, ni estos llevan “la voz cantante...”...

Componentes de los paradigmas según Kuhn: las generalizaciones simbólicas son las componentes formales de los paradigmas: unas veces se presentan como fórmulas matemáticas ( $f = m \cdot a$ ,  $I = V/R$ ) y otras veces se expresan mediante palabras: “la acción es igual a la reacción”, por ejemplo. + los modelos, los cuales proveen al grupo de analogías preferentes o, cuando se sostienen profundamente, de una ontología + valores epistémicos, entre los cuales Kuhn señaló explícitamente la precisión, la coherencia, la amplitud, la simplicidad y la fecundidad, así como la utilidad, aunque éste como valor adicional o externo a la ciencia... “funcionan en cualquier tiempo”... “Hay valores que son usados en el enjuiciamiento de todas las teorías” –afirmó explícitamente Kuhn-. Las teorías alternativamente propuestas para resolver un enigma o una anomalía “deben permitir, antes que nada, la formulación del enigma y su solución; deben ser, hasta donde sea posible, simples, autoconsistentes, y con respecto a otras teorías comúnmente extendidas, compatibles y plausibles...”

Para J.E. Kuhn acierta en que:

- Los valores son constitutivos de la ciencia,
- Los valores de la ciencia constituyen un sistema, no son considerados aisladamente.
- Los científicos aplican unos u otros criterios de valoración a las teorías. Los valores han de ser caracterizados como funciones en el sentido fregeano del término.
- No es lo mismo compartir una definición, una fórmula matemática, un modelo o un ejemplar paradigmático que compartir un sistema de valores.<sup>14</sup> En los primeros casos se aceptan o no

---

<sup>13</sup> Yo/// Esto ya estaba en la idea de experimento: los hechos son “hechos”, como explica de modo ejemplar nuestro Galileo...

<sup>14</sup> Yo/// Podría decirse que si los valores son siempre graduales, los otros componentes mencionados son disyuntivos: sí o no.

esas componentes, que forman parte del “núcleo duro” de las teorías. En el caso de los valores su aplicación es cuestión de grados.

- En tales casos la racionalidad no consiste en emitir juicios coincidentes en función de un único criterio de valoración, sino en sopesar y debatir los diversos criterios de valoración, es decir, en ponderar más o menos los diversos valores. La racionalidad axiológica difiere considerablemente de la racionalidad basada en la atribución (o no) de propiedades a las cosas, como el texto de Kuhn muestra... Se trata de **una racionalidad deliberativa y plural**, y ello necesariamente, por estar sujeta a varios requisitos de aceptabilidad, no a uno solo.

Los paradigmas tecnocientíficos... **la tecnociencia es un modelo de práctica científica**, por tanto es una evaluación de la actividad desde la perspectiva de la praxis + usa esencialmente de un metalenguaje como info-lenguaje + nuevos instrumentos formales que, conformen se convierten en estándares nacionales o internacionales, pueden ser considerados como generalizaciones simbólicas que ordenan la práctica científica misma... formularios, informes, hojas de cálculo (Excel), contratos de patentes... + nuevos valores y conflictos de valores...

De las revoluciones científicas a las tecnocientíficas...

- 1.- Las revoluciones tecnocientíficas suponen un profundo cambio en la práctica científica y tecnológica, que afecta a la estructura de ambas...
2. La incommensurabilidad lo es ahora de prácticas y valores, no de descripciones incompatibles...
3. Muchas innovaciones tecnocientíficas ni siquiera adoptan la forma de teorías más o menos verosímiles desde un punto de vista empírico. Son aparatos, software, técnicas de acción y organización. La incommensurabilidad tecnocientífica es muy diferente a la de las teorías científicas y por ello es preferible hablar de incompatibilidad entre sistemas tecnológicos alternativos o rivales.
4. La digitalización e informatización de los datos requiere la existencia previas de estándares y protocolos comunes, sin los cuales las representaciones informáticas son estrictamente incompatibles entre sí. El problema grave surge cuando las representaciones informáticas y digitales son incompatibles entre sí. La incompatibilidad tecnocientífica abre un abismo mayor que la incommensurabilidad entre teorías porque afecta a la práctica y a las acciones, no sólo a las teorías y a las imágenes del mundo... No entramos en el debate sobre la traducción. Por el momento nos basta con que sea posible una transliteración a sistema binario de los diversos sistemas de signos científicos y tecnológicos...

De las controversias científicas a las tecnocientíficas...

- a) Puesto que la tecnología tiende a transformar el mundo, no sólo a conocer cómo es, una controversia tecnocientífica implica dos o varios modos alternativos de transformar el mundo...
- b) Los paradigmas tecnocientíficos rivales pugnan en particular por transformar la propia ciencia. Uno de los puntos centrales de contraposición consiste en mostrar que el nuevo paradigma tecnocientífico mejora radicalmente la práctica científica y promete enormes avances en lo que se refiere al conocimiento.
- c) La actividad tecnocientífica requiere grandes equipamientos para desarrollarse, motivo por el cual las controversias suelen adoptar formas específicas de proyectos alternativos -costo, eficacia previsible, urgencia...-...
- d) Estas polémicas siempre tienen un reflejo presupuestario...

- e) En lugar de circunscribirse a una pugna entre comunidades científicas y tecnológicas, los cambios revolucionarios suelen ser llevados a cabo por empresas o por agencias gubernamentales que funcionan conforme a modelos empresariales de gestión...
- f) El sujeto que lleva a cabo las revoluciones tecnocientíficas no es un sujeto individual (como Einstein o Mendel), sino un conjunto de agentes sociales...
- g) El público desempeña una función importante en las controversias tecnocientíficas, y no sólo por la imagen favorable o desfavorable que se haga de las nuevas propuestas, sino ante todo como futuro usuario de las innovaciones que resulten.<sup>15</sup> En el caso de la tecnociencia, el público no es más que una de las instancias de resolución parcial de las controversias, junto a instancias políticas, empresariales, institucionales, etc. Pero su papel suele ser importante en el caso de las innovaciones tecnocientíficas más importantes.
- i) El hecho de que la tecnociencia esté basada en la informática implica que, por lo general, las controversias tecnocientíficas se manifiestan en forma de propuestas informáticas opuestas y alternativas.

#### Cap. IV Los sistemas tecnocientíficos

J.E. analiza la configuración de la tecnociencia -a partir del informe Bush, auspiciador de un positivismo ilustrado (la expresión es mía)<sup>16</sup>- en tanto que modalidad de la praxis social como un proceso de programación político-industrial-militar, creciente en términos de recursos, agentes, impacto social y natural... etc. La tecnociencia es el capital estratégico para desarrollar políticas destinadas a la hegemonía militar, económica y política. Su estructura básica en USA: La Casa Blanca tenía su Consejo Científico, Agencias Federales, las organizaciones militares dedicadas a I+D siguieron existiendo después de la guerra y su crecimiento fue continuado, salvo en la década 1965-75. Hay que destacar que a partir de los años 80 sus presupuestos han vuelto a incrementarse vertiginosamente, por lo que la tecnociencia militarizada conforma un tercer sector del sistema SCyT norteamericano; el propiamente empresarial; el quinto ámbito del sistema SCyT es el mercado, en el que se comercializan las innovaciones tecnocientíficas convenientemente rediseñadas para su uso civil; El sexto y último ámbito es la sociedad.

Def. 4: “Un sistema tecnocientífico es un sistema de acciones regladas, informacionales y vinculadas a la ciencia, la ingeniería, la política, la empresa, los ejércitos, etc. Dichas acciones son llevadas a cabo por agentes, con ayuda de instrumentos y están intencionalmente orientadas a la transformación de otros sistemas con el fin de conseguir resultados valiosos evitando consecuencias y riesgos desfavorables”.

Esa teoría de la acción distingue diversas componentes, una de las cuales son los resultados de las acciones, pero no la única, y en ocasiones no la más importante. Hay al menos doce componentes de las acciones tecnocientíficas: los agentes, las acciones, lo que se hace, las entidades sobre las que se actúa, los instrumentos, el contexto o situación, las condiciones iniciales y de contorno, las intenciones, los objetivos, los resultados, las consecuencias de la acción y los riesgos que de ella podrían derivarse.

<sup>15</sup> Yo/// O sea, manda la de-manda. O sea, manda el mercado. Qué absoluta ingenuidad.

<sup>16</sup> “El progreso científico es una clave esencial de nuestra seguridad como nación, para mejorar nuestra salud, tener puestos de trabajo de mayor calidad, elevar el nivel de vida y progresar culturalmente” V. Bush, Science, *The Endless Frontier*, Washington, United States Government Printing Office, 1945, p. 13. Citaremos la traducción de Horacio Pons, p. 4, p. 116 “El techo real de nuestra productividad de nuevo conocimiento científico y su aplicación en la guerra contra la enfermedad y el desarrollo de nuevos productos e industrias, es el número disponible de científicos capacitados”, *ibid.*, 9, 119

La enorme complejidad de la noción de “acción tecnocientífica” no impide la existencia de una vía de análisis común a todas las componentes: la axiología.

## Cap. V Axiología de la tecnociencia

No cabe una evaluación global de la tecnociencia, sino una evaluación sectorial, de sistemas tecnocientíficos concretos....

**El propósito principal de este libro consiste en proponer metodologías civiles para la resolución de los conflictos de valores en el contexto de aplicación de la tecnociencia.**

La filosofía analítica de la ciencia y la tecnología se mostró incapaz de asumir que la propia ciencia había cambiado y siguió manteniendo su programa básico, centrado en el análisis y reconstrucción de las teorías y del conocimiento científico, sin atención alguna a la práctica. La Praxiología de la ciencia y de la tecnología todavía no existe como disciplina, y tampoco la Axiología, aunque en ésta se han producido avances importantes en los últimos años (Laudan, Rescher, Longino, etc.). Pues bien, los estudios CTS son hijos de la tecnociencia y vienen a cubrir el hueco dejado por la filosofía de la ciencia, la cual, salvo honrosas excepciones, sigue centrada en la ciencia moderna, sin aceptar siquiera la emergencia de la tecnociencia. *La axiología que propugnamos es una aportación filosófica a los estudios interdisciplinarios de ciencia, tecnología y sociedad*, más que a la filosofía de la ciencia en el sentido estricto de la palabra. Veamos cuáles son las bases sobre las que se asienta.

Consideramos a los valores como funciones (en el sentido de Frege) aplicadas a sistemas de acciones por diversos agentes evaluadores, obteniendo como resultado de la acción de evaluar una valoración, y en algunos casos un juicio... 152

Tipos de valores:

- 1. **Básicos**; alegría, amor, bienestar, capacidad, cordura, creación, crecimiento, felicidad, fertilidad, fortaleza, fortuna, fuerza, gozo, grandeza, interés, madurez, necesidad, normalidad, permanencia, placer, potencia, prudencia, pulcritud, salud, seguridad, sensatez, seriedad, simpatía, suerte, supervivencia, vida, etc.
- 2. **Epistémicos**; adecuación (empírica), claridad, coherencia, contrastabilidad, fecundidad, generalidad, ingeniosidad, inteligibilidad, originalidad, precisión, publicidad, repetibilidad, rigor, simplicidad, verdad, verificabilidad, verosimilitud, etc.
- 3. **Tecnológicos**; aplicabilidad, competencia, corrección, durabilidad, eficacia, eficiencia, fiabilidad, flexibilidad, funcionalidad (en el sentido de que algo funcione), habilidad, innovación, integrabilidad (o composicionalidad), rapidez, robustez, sencillez (de uso), utilidad, versatilidad, etc.
- 4. **Económicos**; beneficio, calidad, comerciabilidad, competitividad, coste, desarrollo, eficacia, eficiencia, generosidad, libertad, maximización, propiedad, rentabilidad, riqueza, etc.
- 5. **Militares**; autoridad, deber, disciplina, fidelidad, jerarquía, heroísmo, honor, lealtad, magnanimidad, mando, obediencia, patriotismo, paz, secreto, valentía, victoria, triunfo, etc.
- 6. **Políticos**; autonomía, autoridad, control, democracia, estabilidad, hegemonía, gobernabilidad, igualdad, independencia, justicia, libertad, mayoría, orden, paz, poder, potestad, prudencia, público (res publica), representatividad, respeto, tolerancia, etc.
- 7. **Jurídicos**; autonomía, claridad, equidad, formalidad, durabilidad, estabilidad, garantías, imparcialidad, independencia, justicia, legalidad, legitimidad, libertad, publicidad, representatividad, seguridad, transparencia, universalidad, etc.

- 8. **Sociales**; antigüedad, cooperación, diligencia, estabilidad, excelencia, éxito, fama, fraternidad, género, igualdad, intimidad, libertad, mérito, nobleza, orden, paz, prestigio, privacidad, profesionalidad, raigambre, reconocimiento, seguridad, solidaridad, etc.
- 9. **Ecológicos**; biodiversidad, conservación, equilibrio, limpieza (no polución), minimización (de impactos medioambientales), renovabilidad, sostenibilidad, etc.
- 10. **Religiosos**; autoridad, caridad, devoción, divinidad, esperanza, fe, gracia, jerarquía, misterio, obediencia, piedad, pureza, respeto, sacralidad, sacrificio, salvación, santidad, sobrenaturalidad, etc.
- 11. **Estéticos**; armonía, belleza, claridad, corrección, creatividad, deleite, elegancia, equilibrio, gracia, ligereza, pulcritud, originalidad, sencillez, sublimidad, sutileza, etc.
- 12. **Morales**; altruismo, amistad, autonomía, benevolencia, bien, bondad, compasión, deber, dignidad, fidelidad, felicidad, generosidad, gratitud, honestidad, limpieza (en el sentido de fair play), prudencia, respeto, responsabilidad, sinceridad, solidaridad, tolerancia, veracidad, virtud, etc.<sup>17</sup>

Aunque el sistema de evaluación por pares sea muy importante y se haya generalizado, no es el único sistema a tener en cuenta. Desde una perspectiva axiológica, la tecnociencia se distingue de la ciencia y la tecnología por la mayor pluralidad de sistemas de valores involucrados en los procesos de evaluación.

En el contexto de investigación e innovación también podemos distinguir entre *valoraciones puramente subjetivas*, que existen, y son muy frecuentes, aunque se les preste poca atención, *evaluaciones intersubjetivas (que implican procesos de consenso entre distintos agentes evaluadores)* y *evaluaciones objetivas*. En las evaluaciones objetivas se utilizan protocolos normalizados de evaluación: al menos en principio, ofrecen resultados similares independientemente de quién sea el agente evaluador. La objetividad de algunos procesos de evaluación no implica neutralidad axiológica. *El mito de la neutralidad y de la ciencia value-free ha de ser eliminado de la reflexión sobre la tecnociencia*. Los instrumentos que utilizan los científicos y los ingenieros para evaluar sus propios instrumentos de investigación, la fiabilidad de los resultados, la incidencia de los resultados, etc., están cargados de valores, como mínimo de valores epistémicos y técnicos. En el caso de la tecnociencia, también suelen estar cargados de valores económicos, empresariales, militares, políticos y jurídicos...

En general, cuando estudiemos casos concretos de tecnociencia no tendremos que considerar los doce subsistemas, sino unos pocos. La actividad tecnocientífica casi siempre involucra valores epistémicos, tecnológicos, económicos, políticos y militares...

En primer lugar, optamos por **una perspectiva sistémica** a la hora de estudiar los valores de la tecnociencia. En lugar de considerar cada valor por separado (atomismo axiológico) y aceptar que tiene un sentido per se, partimos de la hipótesis de que los valores se aplican conjuntamente, de modo que al valorar un aspecto también ponemos en juego otros valores.

---

<sup>17</sup> Yo/// El autor asume un cierto positivismo sociológico y toma como valores de tal tipo lo que la sociedad asume como tales en un momento dado. No hay, por tanto, ninguna distancia crítica, ni en lo que hace referencia a la comprensión de lo que el valor sea, ni que los valores sean los que en cada caso corresponda en las vigencias... Pero se puede ser fiel sin que esto sea un valor religioso, sino técnico -siguió las instrucciones fielmente-, político -es fiel a su bandera-, moral... Comprender que no se trata de valores, sino de intereses en juego. Que la contrastación es incommensurable en una función fregeana -así, no se ve como calibrar la relevancia de los valores religiosos respecto los económicos, o epistémicos-... Hay un tecnolenguaje que ofrece un rigor impostado que no se corresponde con la complejidad de la realidad...

En segundo lugar, **los valores concretos son emergentes**, es decir, van surgiendo a lo largo del tiempo y de los procesos de evaluación, partiendo de unos valores iniciales. Una de las características más notables de la tecnociencia del siglo XX fue la progresiva emergencia de un nuevo subsistema de valores, los valores ecológicos, que apenas habían sido tenidos en cuenta en la ciencia moderna, pero que en la segunda mitad del siglo han ido adquiriendo un peso relativo de cierta significación en la actividad científica y tecnológica.

Frente a muchos filósofos de los valores que han tendido a pensarlos como entidades ideales, nuestra axiología reconoce **la historicidad de los valores**, su carácter sistémico y, además, afirma la existencia de valores emergentes en dicha interacción sistémica.

Es importante tener presente que los valores **tienen sus contrarios**, o disvalores, y que la racionalidad valorativa o axiológica se basa en la regla de incrementar el grado de satisfacción de los valores positivos y menguar el de los negativos...

Afinamiento conceptual para minimizar las dificultades de la axiología de la tecnociencia...

a) las expresiones formales que estamos utilizando valen para cualquier acción axiológica: juicios de valor, preferencias, elecciones, rechazos, indecisiones, etc.

b) En segundo lugar, nuestra axiología está basada en la noción de satisfacción. Cuando el agente evaluador E utiliza el criterio  $V_{ijk}$  para valorar la componente  $A_i$  de una acción tecnocientífica (por ejemplo los resultados que de ella se derivan), lo que hace es dilucidar si  $A_i$  satisface o no el valor  $V_{ijk}$ , y en su caso en qué grado lo satisface. El grado de adquisición puede darse en algunos casos con escala métrica -por ejemplo, costo monetario-... La axiología que propugnamos es formal, o formalizadora, y adopta sin problemas representaciones matemáticas e informáticas...

c) En tercer lugar, las divergencias entre los agentes evaluadores son la regla, no la excepción. Por eso decimos que el sujeto (o agente) de la tecnociencia es plural.

d) En cuarto lugar, la axiología que propugnamos, por ser empírica y formalizadora, no se limita a localizar los diversos agentes evaluadores a lo largo del tiempo, sino que, además, clarifica y explicita los valores efectivamente usados en dichas evaluaciones. Antes de proceder a una valoración, cada agente evaluador ha de declarar públicamente los criterios que quiere que se apliquen, y en su caso también las ponderaciones relativas.

e) la axiología de la tecnociencia basada en el uso de las matrices de evaluación favorece la crítica y la intervención. Basta con comparar, por poner un ejemplo, dos matrices de evaluación utilizadas por dos evaluadores E y E' para detectar ausencias y sesgos axiológicos en la práctica de uno y otro... por ejemplo, con la ausencia de variables ecológicas...

f) En sexto lugar, las matrices de evaluación tienen una gran utilidad a la hora de comparar áreas y sistemas tecnocientíficos diferentes, favoreciendo la transferencia de valores entre unas y otras y el cambio axiológico en amplias zonas de la tecnociencia.

g): En séptimo lugar, hay que subrayar que *las matrices de evaluación no son propuestas con el fin de intentar definir algoritmos deterministas para la toma de decisiones* ni están basadas en la maximización de las funciones de utilidad. *Salvo en casos muy excepcionales no hay tales*

*algoritmos*. Una de las principales razones es que la axiología funciona por lo general con escalas ordinales e inecuaciones.<sup>18</sup>

(h): En octavo lugar, no sólo utilizamos la distinción entre los doce subsistemas para analizar la estructura axiológica de la actividad tecnocientífica. También distinguimos entre valores centrales y periféricos (o nucleares y orbitales). Por *valores centrales o nucleares entendemos aquellos cuya insatisfacción implica el rechazo inmediato de una componente de una acción tecnocientífica, y por tanto el de la acción misma, hasta que dicha componente no sea modificada*. Hay valores nucleares en cada uno de los doce subsistemas: por ejemplo la incoherencia o la falta de adecuación empírica (valores epistémicos), la inutilidad o el disfuncionamiento (valores técnicos), la desmesura o la no rentabilidad (valores económicos), la indisciplina o la cobardía (valores militares), etc. Los valores periféricos u orbitales, en cambio, no conllevan el rechazo automático de la componente o de la acción, aunque suscitan dudas sobre su idoneidad. Desde nuestra perspectiva, los cinco valores que Kuhn consideró como permanentes de la ciencia (precisión, rigor, coherencia, generalidad y fecundidad), son valores nucleares de la ciencia. Ello no significa que tengan que satisfacerse al máximo. Lo que resulta imprescindible es que no caigan por debajo de determinados niveles de satisfacción. En términos generales, diremos que *el núcleo axiológico de las diversas tecnociencias siempre incluye valores epistémicos, técnicos, económicos y políticos, y muy frecuentemente valores militares y jurídicos. Los valores ecológicos, hoy por hoy, están en la periferia de la tecnociencia*, al igual que los valores estéticos, morales y religiosos. Ello no implica negar la existencia de casos en que dichos valores son nucleares, o pudieran serlo, sobre todo en algunos países y culturas. En cuanto a los valores básicos, algunos de ellos forman parte del núcleo axiológico de algunas tecnociencias (por ejemplo la tecnomedicina), pero no de todas. Por ejemplo, la tecnomatemática apenas se ve afectada por los valores básicos. En resumen, la distinción entre valores centrales y periféricos es una distinción formal, cuya concreción efectiva ha de ser investigada con estudios de casos. No cabe afirmar un núcleo axiológico común a todas las modalidades de tecnociencia, aunque tampoco hay que descartar que dicho núcleo se acabe constituyendo conforme la tecnociencia se desarrolle y se consolide, como ocurrió históricamente con la ciencia y la tecnología.

Tecnociencia y poder...

Desde la idea de capacitación -Sen-.

---

<sup>18</sup> “No así en los círculos económicos, en donde el “paradigma maximizador” se ha implantado con fuerza, convirtiéndose incluso en un modelo para el análisis de la acción social, a través de la teoría de la acción racional. Como ya dijimos, en las valoraciones económicas es más fácil utilizar escalas métricas, debido a la existencia del dinero como unidad de medida. Ello ha generado una tendencia reduccionista: muchas teorías de la racionalidad han aceptado el paradigma maximizador. Sin embargo, incluso en teoría económica se muestran fuertes tendencias contrarias al mismo, empezando por Simon y terminando con Amartya Sen. Independientemente de la claridad, simplicidad y utilidad que pueden tener las técnicas maximizadoras en las ciencias sociales, son empíricamente inadecuadas y técnicamente sesgadas en el caso del análisis axiológico de la tecnociencia. En cambio, la existencia de cotas mínimas de satisfacción y máximas de satisfacción es una de las “generalizaciones simbólicas” más características de la racionalidad acotada.” 159 Yo/// Esta es una apreciación fundamental. Capitalismo: 1º, valor es precio; 2º, precio es cantidad de dinero; 3º, el mercado monetizado es la modalidad de adscripción de precio; 4º, el mercado está regido por la ley de la oferta y la demanda del intercambio entre libres e iguales. La monetización abre la puerta a la inserción de la economía en la metodología propia de la ciencia moderna, a saber, la matematización de la realidad física... o social en la medida en que todo tiene un precio. El otro pie del caminar de la ciencia económica es la maximización del beneficio como principio de racionalidad económica: el sujeto es racional si y solo si maximiza su intercambio...

El conjunto de capacidades de una persona se puede definir como el conjunto de acciones posibles y valiosas para ella. En tanto agente, el ser humano posee en cada momento un conjunto de capacidades de acción, valoradas por el propio sujeto, pero no sólo por él, sino también por los demás agentes que llevan a cabo acciones similares (u opuestas)... Su suma puede ser sinérgica...

1.- Poseer conocimiento científico (teorías, hechos, métodos) no sólo es un bien epistémico, sino también económico, militar, político, social, etc. Desde la perspectiva del subsistema de valores epistémicos, tener conocimientos de las diversas teorías científicas, un buen curriculum y prestigio como investigador, profesor, divulgador o profesional de la tecnociencia equivale a tener bienes epistémicos.

2.- Los instrumentos para la investigación y los grandes equipamientos son a su vez bienes técnicos. Son valorados altamente por los científicos e ingenieros, porque sin ellos no pueden actuar.

3.- Para el empresario tecnocientífico, en cambio, tanto el conocimiento de los científicos a los que contrata o financia como las habilidades y destrezas de los técnicos son ante todo bienes económicos, que hay que intentar rentabilizar. La misma lógica para los militares y, en cierta medida, para los políticos.

En definitiva, la tecnociencia genera poder porque incrementa las diversas capacidades de acción. Puesto que, en términos filosóficos esta vez, incrementar las capacidades de acción es bueno, la tecnociencia es un bien empresarial, político y militar. **El bien principal no es el conocimiento, sino la capacidad de acción.** Con ello llegamos a una de las conclusiones de este libro: **el conocimiento es un medio para la acción, no un fin en sí mismo.** Por esa razón, las teorizaciones filosóficas sobre los objetivos de la ciencia no valen para la tecnociencia. La filosofía de la ciencia ha de cambiar porque ha cambiado la ciencia, y en particular sus objetivos. Incluso la búsqueda interminable de la verdad, por recordar al venerable Popper, se convierte en un instrumento para aumentar la capacidad de acción. Esta es la razón por la que venimos insistiendo en que la filosofía de la ciencia ha de centrarse en la actividad científica, más que en el conocimiento.

4. Por lo que respecta a las sociedades, es lógico que cunda la inquietud... (razones obvias: riesgos en los proyectos, control, destrucción, se cita la declaración de Budapest 1999 )... La presencia de los usuarios de la tecnociencia en las instancias de evaluación, diseño y toma de decisiones es, a nuestro entender, un primer paso en este sentido.... Al que hay que sumar la ponderación procedimental de los valores ecológicos... Los valores estéticos suelen ser periféricos, y los religiosos en general chocan fuertemente con la tecnociencia, especialmente allí donde no se ha producido la separación iglesia-estado.<sup>19</sup> Por lo que respecta a la presencia de los valores morales en la actividad tecnocientífica, sí que se produce, pero de ningún modo en el núcleo axiológico, salvo casos excepcionales. Por lo general, las valoraciones éticas de la tecnociencia son secundarias, o subsidiarias.<sup>20</sup>

---

<sup>19</sup> La pregunta es por qué. La respuesta es que sólo a la luz de lo divino resplandece lo humano como tal. Lejos de ser la tumba del hombre, Dios es su afirmación radical... por mucho que Nietzsche fabule lo contrario -desde una perspectiva literaria, admirablemente-.

<sup>20</sup> Pone el siguiente ejemplo: "... la ponderación presupuestaria que se asignó a los aspectos éticos, legales y sociales del Proyecto Genoma fue de un 5%. Ello da una idea clara del escaso peso relativo que estas cuestiones tienen a la hora de investigar las consecuencias de los grandes proyectos tecnocientíficos de investigación desde una perspectiva moral o social."168 Lo que es muy difícil de casar con lo que sigue...

5. El conflicto básico que la tecnociencia genera es la tecnificación de las personas” (168) “En el nuevo espacio social no hay un poder político constituido. Por ello lo consideramos como el espacio tecnocientífico por antonomasia. Al no haber *pólis*, no hay ciudadanos, únicamente clientes, usuarios y consumidores.” 168

### **Conclusiones (provisionales)**

Lejos de todo objetivismo -e idealismo- metodológico, se trata de entender la ciencia tal y como opera efectivamente en la sociedad contemporánea. Desde ahí, es fácil de entender que se desarrolla en el marco extraordinario de los intereses que la envuelven, intereses que pueden entrar, y entran, en conflicto. El autor opta por comprender los conflictos de intereses como conflictos de valores. Esta opción minimiza el alcance de lo que está en juego: afirmar, por ejemplo, que en la bomba atómica priman los intereses militares sobre los intereses estéticos -ciertamente, la explosión genera un proceso hermosísimo desde el punto de vista estético-, algo que permite la teoría propuesta, es una forma teóricamente irresponsable de plantear lo que está en juego. Parece que el autor se preocupa por el problema de desarrollar protocolos de evaluación de proyectos tecnocientíficos desde su experiencia como gestor público de I+D... pero no parece que sea la mejor de las atalayas para abordar el asunto. Sin duda, acierta en comprender la práctica científica desde sus dimensiones reales, pero esta comprensión no puede ser ajena al análisis de las relaciones de poder que rodean la práctica científica.

(Resumen generado por IA del presente resumen)

- **Revolución tecnocientífica:**
  - Es un cambio profundo en la estructura de la práctica científico-tecnológica, diferente de las revoluciones científicas tradicionales (como las descritas por Kuhn).
  - Se inicia en EE. UU. durante la Segunda Guerra Mundial, se consolida en la Guerra Fría y se expande a Europa, Japón y Canadá.
  - Supone la aparición de la “macrociencia” (Big Science) y posteriormente de la tecnociencia propiamente dicha, impulsada por grandes empresas más que por los Estados.
- **Diferencias con la ciencia moderna:**
  - La tecnociencia no es solo una evolución cuantitativa (mayor tamaño o ritmo de crecimiento), sino cualitativa: cambia la estructura, los valores y los objetivos de la actividad científica.
  - La ciencia moderna buscaba el conocimiento como fin en sí mismo; la tecnociencia lo instrumentaliza para fines económicos, militares, políticos y sociales.
- **Características de la tecnociencia:**
  - **Financiación privada:** Predominio de la inversión privada sobre la pública en I+D+i, especialmente desde los años 80.
  - **Mediación mutua entre ciencia y tecnología:** Interdependencia total, con hibridación de ambas actividades.
  - **Empresas tecnocientíficas:** La producción de conocimiento se convierte en un sector económico, con fuerte orientación a la innovación y la rentabilidad.
  - **Redes de investigación:** Laboratorios interconectados y trabajo en red, facilitados por las TIC.
  - **Militarización:** Vínculos estrechos y permanentes entre tecnociencia y poder militar.
  - **Política científica:** Aparición de políticas explícitas de ciencia y tecnología, con planes nacionales y agencias específicas.
  - **Pluralidad de agentes:** Participan científicos, ingenieros, empresarios, militares, políticos, juristas, gestores, etc.
- **Impactos y consecuencias:**
  - **Revolución informacional:** La tecnociencia es motor de la sociedad de la información y el conocimiento.
  - **Nuevos valores:** Pluralismo axiológico, con conflictos entre valores epistémicos, técnicos, económicos, militares, políticos, ecológicos, sociales, jurídicos, etc.
  - **Desafíos éticos y sociales:** Problemas de control social, democratización de la tecnociencia, riesgos medioambientales, privatización del conocimiento, etc.
  - **Globalización y tecnocolonialismo:** Expansión internacional de la tecnociencia, con riesgos de dependencia y desigualdad entre países.
- **Metodología y análisis filosófico:**
  - Propone una filosofía de la tecnociencia centrada en la acción (praxiología) y en los valores (axiología), más que en el conocimiento puro.
  - Introduce el concepto de “matrices de evaluación” para analizar los sistemas de valores y los procesos de toma de decisiones en la tecnociencia.
- **Ejemplos de tecnociencias:**
  - Tecnomatemáticas, tecnofísica, tecnobiología, tecnomedicina, tecnogeología, tecnociencias sociales, etc., todas caracterizadas por la informatización y la integración de ciencia y tecnología.

- **Conclusión:**

- La tecnociencia es una de las grandes transformaciones del siglo XX y XXI, con profundas implicaciones para el poder, la economía, la sociedad y la cultura.
- El principal desafío es gestionar los conflictos de valores y democratizar el control y la orientación de la tecnociencia para el bien común.

### **Principales desafíos éticos de la tecnociencia**

- **Pluralidad y conflicto de valores,** La tecnociencia no se guía solo por valores epistémicos (verdad, objetividad, rigor), sino que incorpora valores técnicos, económicos, militares, políticos, sociales, ecológicos, jurídicos, estéticos y morales. Esto genera conflictos estructurales de valores en la toma de decisiones y en la evaluación de sus resultados.
- **Instrumentalización del conocimiento.** El conocimiento científico deja de ser un fin en sí mismo y pasa a ser un medio para alcanzar otros fines (económicos, militares, políticos, empresariales), lo que puede llevar a la subordinación de los valores epistémicos y éticos a intereses externos.
- **Privatización y mercantilización del conocimiento,** la tecnociencia fomenta la apropiación privada del conocimiento (patentes, secretos industriales), lo que puede limitar el acceso público, la transparencia y la equidad en el reparto de beneficios y riesgos.
- **Riesgos y consecuencias imprevistas,** muchas acciones tecnocientíficas tienen consecuencias sociales, medioambientales o sanitarias difíciles de prever o controlar (por ejemplo, residuos nucleares, biotecnología, inteligencia artificial), lo que plantea problemas de responsabilidad, precaución y justicia intergeneracional.
- **Militarización y usos destructivos,** la tecnociencia está estrechamente vinculada al poder militar y puede ser utilizada tanto para fines constructivos como destructivos (armas nucleares, ciberguerra, vigilancia masiva), lo que exige una reflexión ética sobre los límites y el control democrático de la investigación y la innovación.
- **Déficit de control social y democrático,** el poder tecnocientífico suele estar concentrado en manos de élites (empresas, gobiernos, ejércitos), con escasa participación ciudadana en la orientación, evaluación y control de la tecnociencia. Esto genera demandas de democratización, transparencia y rendición de cuentas.
- **Impacto sobre el medio ambiente y la sostenibilidad,** la tecnociencia puede tener efectos negativos sobre el entorno natural (contaminación, cambio climático, pérdida de biodiversidad), lo que exige incorporar valores ecológicos y criterios de sostenibilidad en la toma de decisiones tecnocientíficas.
- **Desigualdad y tecnocolonialismo,** La expansión global de la tecnociencia puede aumentar las desigualdades entre países y grupos sociales, generando dependencia tecnológica y exclusión de quienes no tienen acceso a los beneficios de la innovación.
- **Ética de la responsabilidad y del riesgo,** Se requiere una ética orientada a la responsabilidad ante los riesgos y consecuencias de la tecnociencia, tanto para las generaciones presentes como futuras, y mecanismos efectivos de evaluación y gestión de riesgos.

**En resumen:** La tecnociencia plantea desafíos éticos que van mucho más allá de la neutralidad científica tradicional, exigiendo enfoques pluralistas, participativos y preventivos para gestionar los conflictos de valores, los riesgos y las consecuencias sociales y ambientales de la innovación tecnocientífica.

