

Rodolfo Herrera J.

Tecnología: una concepción general

Abstract. *This paper deals with a broad concept of technology. The author argues that what this concept allows is to mark out technology's relationship with other disciplines –scientific or not– as well as its social character. Specifically, it is an answer to the issue of ideological neutrality in technological activities. Based on this framework, an outline is derived for a classification of technologies and its effect on the organization of the university. Furthermore, the paper shows the usefulness of this philosophic setting for the analysis and determination of academic degrees, their objectives and the epistemological content of their curricula.*

Key words: technology, social character of technology, university curricula.

Resumen. *Este ensayo trata sobre un concepto general de tecnología. Según el autor, este concepto permite demarcar su relación respecto a otras disciplinas, científicas o no, así como su carácter social. Específicamente, responde al problema de la neutralidad ideológica de las actividades tecnológicas. Con base en este enfoque se deduce un esquema para una clasificación de las tecnologías y su efecto en la organización universitaria. Además se demuestra la utilidad de este marco filosófico en el análisis y la determinación de las carreras académicas, sus objetivos y el contenido epistemológico de sus programas.*

Palabras clave: tecnología, carácter social de la tecnología, programas de estudios universitarios.

1. Introducción

En este ensayo se usan dos conceptos centrales en la investigación filosófica social: la categoría filosófica de *sociedad* en conjunto con la de *práctica social*. El autor considera que si se quieren descubrir los componentes filosóficos de la *tecnología* se deben, en primera instancia, distinguir sus características como *práctica social*, tal es el método que se usará (Herrera, 1989, 96). El desarrollo del tema se hará principalmente usando definiciones y postulados, denotados con D y P respectivamente.

2. Sociedad: sistema social

D1. Una *sociedad humana* es un *sistema socio-humano* caracterizado por una estructura social compuesta de vínculos, conexiones o adherencias económicas, políticas y culturales. El sistemismo la concibe como un supersistema compuesto de subsistemas que son constituidos, mantenidos, desorganizados y reorganizados, por las acciones humanas. El concepto es una categoría filosófica, porque es común a todas las ciencias sociales, biosociales y las tecnologías. Una caracterización más explícita de *sistema* particularizado para una sociedad o cualquiera de sus subsistemas sociales se da a continuación:

P1. Todo *sistema social* es analizado en su *composición, ambiente, estructura, mecanismo, superestructura*, en símbolos con la quintupla: $S = \{C, A, E, M, \hat{E}\}$, donde: (i) *C* denota a la *composición*, sea un conjunto de individuos o un conjunto de subsistemas del sistema; (ii) *A* denota al *ambiente* o el conjunto de elementos materiales

que no son la *composición* directamente vinculados con ella, es decir, que actúan sobre o son actuados por ella, en general es un *entorno apropiado* o *artefactual*; (iii) **E** denota la *estructura* o el conjunto de *relaciones* entre los miembros de la composición y entre estos y el ambiente, en particular, vínculos, conexiones, etc., sean de adherencia o no (es decir, que su existencia afecta o no el comportamiento, respectivamente), representa el aspecto *sistémico-estructural* de la *sistematicidad* y de la *integridad*; (iv) **M** denota al *mecanismo* o el conjunto de procesos o *actividades sociales internas* que ocurren en un determinado sistema y solo él es capaz de hacer, es decir, sus *funciones específicas*, las *prácticas sociales* esenciales (p. ej. la enseñanza-aprendizaje); (v) **Ê** denota a la *superestructura*, o el conjunto de sistemas conceptuales político-administrativos y cultural-ideológicos (p. ej., invariantes legales, leyes jurídicas, sociales y reglas, ideologías)¹, que condicionan y/o determinan el *mecanismo social*.

P2. Todo análisis de un *sistema social* incluye la investigación, empírica o teórica, de su quintupla modelo.

P3. El *cambio* o *movimiento de un sistema social* es un *proceso social dirigido* (no espontáneo) que consiste en la interacción de sus componentes y de estos con su *ambiente*. El *cambio de estado* consiste de la variación de las *propiedades* en el *tiempo* de sus componentes materiales.

P4. La *sociedad* es un *sistema material* en el que el *cambio* es producto de la modificación de la realidad por sus propios componentes, es decir, por sus *prácticas sociales*.

3. Práctica social

D2. Las *prácticas sociales* (Herrera, 1989) son lo que el sistema social hace, el conjunto de *actividades orientadas* (o sistemas de actividades) o funciones de los componentes humanos, o sea los *procesos de producción* que modifican la realidad natural y social, o *sociedad*.

Tales actividades constituyen una relación que representa las conexiones e interacciones entre los componentes sociales, de aquellas interacciones que cambian sus relatos o referentes

cuando se producen y tienen una “estructura genérica de transformación”. Sea:

P5. Todas las actividades humanas, sean científicas, tecnológicas, artísticas, etc., tienen la misma *estructura genérica* que la *actividad transformadora directa* o *empírica* (o de toda interacción), la cual consta de cuatro elementos invariantes: *trabajo humano*, *medios de producción*, *objeto de trabajo*, *producto* o *resultado* (Althusser, 1974). Por tanto el concepto de *práctica social* se puede sintetizar como sigue:

D3. Una *práctica social P* es una *actividad orientada* de los componentes humanos de la *sociedad* organizados en *subsistemas sociales* o *individualmente*, con el *objetivo* de *transformar* un objeto (material o conceptual) usando ciertos *medios de producción* en otro *objeto concreto* (cosa o sistema material, proceso) o *conceptual* determinado (p. ej., planes).

Este tipo de *actividades orientadas* son un *proceso de producción*, una forma de la *apropiación racional* de la *naturaleza* y de la *sociedad* por los seres humanos, que no se da como un solo acto sino como un conjunto de acciones, es decir, una *reproducción* (Herrera, 1989, 1996). Son el resultado de la necesidad de resolver un conjunto de *problemas prácticos*, *cognitivos* o *morales* (una *problemática* social o individual) **P**, solución que requiere de una *previsión científica* o no sobre el estado de algún subsistema social o sistema conceptual, indicando o sugiriendo cómo influir en el estado de las cosas y sistemas materiales y sus circunstancias en determinado período temporal, para producir, evitar o controlar ciertos hechos (cambios de estado). Esto implica la escogencia de un *enfoque*, de manera más explícita:

D4. Se llama *enfoque E* de un subsistema social (o un individuo) a la manera en que se trata una *problemática* específica, consistiendo en general en un conjunto de elementos representados por la quintupla siguiente: $E = \{P, O, K, M, F\}$ donde los símbolos denotan: **P** una *problemática*, **O** la *meta* u *objetivo* (p. ej., el cambio de estado de alguna cosa o sistema material, la creación de un objeto conceptual nuevo o de un código moral); **K** un *cuerpo de conocimiento*, el cual se supone que el sistema posee relacionado con el *tipo de acciones* y la *meta*; **M** una *metódica*

(conjunto de métodos); *F* un *marco filosófico*: cosmovisión, presuposiciones filosóficas, principios praxiológicos y metodológicos. El marco filosófico contiene *conceptos teóricos de valor*, *principios éticos*, así como *principios de filosofía política*, que son fundamento para la escogencia de alternativas en la solución de los problemas y por tanto de *valores*, pues el objeto por producir o la acción por realizar puede ser *valiosa* o no para el sistema.

La *estructura genérica de "producción"* o de una *práctica social* es el común denominador del que participan todas las actividades transformadoras de una sociedad, sin embargo no basta con este común denominador de las diferentes prácticas, sino que también hay que dar sus diferencias específicas, pues en cada práctica particular tal estructura asume una forma individualizada, que es lo que las va a diferenciar de manera sistemática. En primera instancia se distinguen cualitativamente por su objeto y por su "modo de apropiación" del mundo. Así las dos tipos de actividades básicas: las *prácticas ideológico-conceptuales* y las *empírico-concretas* difieren sustancialmente por su objeto, en el primer caso se trata de conceptos con los que se pretende conocer la realidad científica o filosóficamente, o reorganizarla idealmente y en el segundo la referencia es una realidad que aparece como objeto de la transformación misma. Todas las prácticas tiene un doble proceso de transformación: material y conceptual. Es a partir del análisis de las propiedades de los elementos que componen la estructura genérica de "producción" que se pueden derivar las características de las diferentes prácticas y por tanto su tipología, lo cual se sintetizará en el postulado siguiente:

P6. Una *práctica social P* es una *relación social* con una "estructura genérica de producción" de un *sistema social S* que se puede representar por medio de una cuaterna con los *relata* de la relación de producción o de interacción, como sigue: $P = \{\bar{C}(E), m, o, p\}$, $P \in S$, donde: (i) $\bar{C} \in C$ es el conjunto de miembros en la *composición* de la *sociedad* que realizan los sistemas de *acciones humanas* (fuerza humana de trabajo) de una *práctica* específica; (ii) la terna $(m, o, p) \subset [C, A]$ es tal que: *m* designa a los *medios de producción*; (ii) *o* a los *objetos materiales de*

transformación o de *referencia*; *p* el *producto* o *resultado* de la transformación. Más explícitamente los elementos de la terna (m, o, p) se pueden analizar como sigue: (i) $m = (m^m, \bar{m}^k) \subset \{C, A\}$, tal que: m^m denota a un conjunto de *cosas materiales* en la *composición* y en el *ambiente* (hombres, artefactos, materia prima, naturaleza) y \bar{m}^k a un conjunto de *objetos conceptuales* o *constructos* pensables por algunos miembros de $\bar{C} \in C$ y materialmente fijados sea m^k : (sistemas conceptuales documentados, p. ej. una teoría o una regla); (ii) $o = (o^m, \bar{o}^k) \subset \{C, A\}$, con el mismo significado de los términos anteriores; (iii) $p = (a^m, \bar{a}^k, \pi, \pi') \subset \{C, A\}$ donde a^m es un *artefacto material* (p. ej., computador), $\pi' \in A$ un cambio de estado de un sistema natural, $\pi' \in C$ un cambio de estado de un ser humano, es decir, de sus propiedades (paciente, estudiante, etc.), a^k es un *artefacto conceptual* o *constructo* (p. ej. una teoría, una regla, un teorema de las matemáticas) y \bar{a}^k designa el mismo fijado materialmente. Aquí los sistemas conceptuales, *constructos* (artefactos ideales), son formas del conocimiento científico o no, que se fijan como signos en algunos objetos que pueden denominarse *objetos informacionales*: libros, revistas, patentes, software, certificados de autor, filmes, etc., su significado existe conceptualmente, es decir, en tanto haya alguien que los piense (pueden entonces ser una propiedad intelectual de la composición o de un ser humano). Simbólicamente: $\{\bar{C}(E), (m)\} \rightarrow o \Rightarrow p$, o en forma extensional la 10-tupla siguiente contiene todas las características principales, sea: $P = [S, \bar{C}, \{P, O, K, M, F\}, o, m, p]$. Según sean estos componentes así será el tipo de práctica, tal es el método que se seguirá en este trabajo.

A partir de este análisis es posible exactificar las definiciones para los dos tipos de *prácticas básicas*, sea:

P7. (i) Las *prácticas empírico-concretas* (o las *acciones de transformación directas* o no), como son las actividades *económico-productivas* (p. ej., la que se da en una industria, o la labor) o las *técnicas* (p. ej., en una sala de cirugía, en una aula de enseñanza, un ejecución musical) tienen la estructura genérica siguiente:

$$P_E(\bar{C}, E) = \{\bar{C}, (m^m, m^k)\} \rightarrow o^m \rightarrow p = (a^m, \pi, \pi')$$

(ii) Las *prácticas ideológico-conceptuales* (o a las *acciones de transformación* conceptual, es decir, las actividades de *tipo cognoscitivo* para obtener, difundir y utilizar conocimiento de alguna clase), tienen la estructura genérica siguiente: $P_f(\bar{C}, E) = \{[\bar{C}, (m^m, m^k)] \rightarrow o^k \Rightarrow p = a^k\}$, donde o^k denota a un conjunto de sistemas conceptuales y generalidades ideológicas que son la materia prima conceptual, m^k al conocimiento existente relacionado con el problema, a^k al nuevo sistema conceptual o conocimiento resultante. Los (m^k, o^k, a^k) son *constructos* que pueden modelar o no a sistemas concretos (p. ej., modelo conceptual de una máquina), procesos (p. ej., las prácticas o actividades humanas) o sistemas de reglas o normativas (morales, etc.). Los *constructos formales* (p. ej., entidades matemáticas) cuando son interpretados fácticamente constituyen modelos o componentes de tales.

Con esta definición general se puede comprender la existencia relativamente autónoma de un conjunto de prácticas diferentes, las cuales están insertas en la misma totalidad compleja que es la *sociedad*. La *estructura* esencial de la sociedad, lo que le da su carácter *sistémico* no es más que el producto del *sistema de prácticas sociales*, su *mecanismo* o *modo de producción*. Sin la existencia de las prácticas sociales o de la actividad orientada de los seres humanos no hay sociedad, el "cerebro social" estaría muerto. No hay práctica social solo hay prácticas distintas que constituyen el movimiento social y especialmente aquellas de las que depende toda producción social, cuya estructura está contenida en el postulado anterior y que se explicitan en la siguiente definición:

D5. Se llama: (i) *práctica económico-productiva PE* a los procesos de transformación material directa: $PE: C \times A \rightarrow A$, que producen artefactos materiales y procesos de transformación del ambiente (fabricación, manufactura), es decir, $a = (a^m, \pi^m) \subset A$; (ii) *práctica político-administrativa PM* a los procesos de control y cambio de todas las prácticas o las relaciones sociales y por tanto modificando la estructura y las propiedades sociales de C , es decir, $a = (\pi^m) \subset C$, aquí m es el medio físico que soporta la transmisión de *información*; (iii) *práctica cultural PK* al conjunto de procesos de *transformación ideológica* (p. ej., una teoría)

y *material* (p. ej., una escultura) que produce o induce las ideas para las otras prácticas

P8. La *práctica cultural PK* produce *artefactos culturales*, sean *concretos* (p. ej., una escultura, una pintura, partitura musical) o *conceptuales* (p. ej. una teoría, un diseño, un sistema ideológico, un proyecto, un sistema de reglas jurídicas, un poema, etc.), dando las ideas y los medios de transformación de la sociedad.

P9. La *producción social* consiste de la interrelación sistémica de las *prácticas sociales básicas*, tales que: $P = PE \cup PM \cup PK$ donde: (i) *PE* denota la *práctica económico-productiva*, (ii) *PM* denota la *práctica político-administrativa* y (iii) *PK* denota la *práctica cultural-ideológica*; las cuales determinan la estructura y organización de la *sociedad*.

P10. En correspondencia con cada una de las prácticas básicas el sistema social se particiona en tres subsistemas artificiales básicos: *económico-productivo*, *político-administrativo* y el *cultural-ideológico*, todos los cuales contienen al servicio de la práctica propia la actividad orientada de las otras (resultado de la propiedad efecto *sistémica* o *cooperación* del sistema social) (Herrera, 1992).

P11. Todo *enfoque* de una *práctica social* está *condicionado* o *determinado* por el *modo de producción* y la *superestructura* de la *sociedad* o del subsistema social. No hay prácticas independientes de las condiciones materiales existentes y de las determinaciones ideológicas definidas por ella.

4. La práctica tecnológica

Cuando el *cuerpo de conocimiento* y la *metódica* de un subsistema social se fundamenta en un *cuerpo de conocimiento científico* y por tanto sus acciones contienen un alto contenido de *racionalidad*, se llamará *práctica tecnológica* (Herrera, 1989), definida más exactamente como sigue:

D6. Una *práctica tecnológica PT* es una *práctica social* cuyas *acciones empíricas-concretas e ideológico-conceptuales* son basadas en un *enfoque científico* o en el *conocimiento científico coetáneo* necesario para alcanzar con *éxito* los *objetivos* propuestos. Simbólicamente:

$PT = \{\bar{C}(E), (m)\} \rightarrow o \Rightarrow p\}$. En base a las consideraciones anteriores es evidente que la *PT* no se reduce a las ingenierías clásicas (o “duras”), un componente es la *medicina*. Además como resultado de una división de trabajo la *PT* se particiona en las actividades orientadas siguientes:

P12. La *práctica tecnológica PT* consiste de la unión sistémica de: (i) la *práctica tecnológico-científica* (o eje del *diseño PTC*) y (ii) la *práctica administración-dirección PTM*, o sea: $PT = PTC \cup PTM$. Términos (i) y (ii) que se definen como sigue:

D7. Se llama *práctica tecnológico-científica PTC* a la componente de *PT* que realiza: (i) la *previsión tecnológica-científica* (planeamiento, planificación) y (ii) los procesos del *diseño* o “la creación conceptual de sistemas conceptuales: *proyectos* o *planes*, representando o no a posibles artefactos o procesos materiales (naturales, sociales: cambios de estado en las cosas, prácticas)” (Herrera, 1989, 1991). Es una *práctica ideológico-conceptual*, la cual se fundamenta en el conocimiento. En símbolos: $PTC(\bar{C}, E) = \{\bar{C}, (m^m, m^k)\} \rightarrow o^k \Rightarrow p = a^k\}$.

P13. La *práctica tecnológico-científica PTC* produce un conjunto de artefactos conceptuales o *sistemas tecnológico-científicos* $a^k = STC$ (Herrera, 1991), tales que: $STC = STS \cup STO$, donde *STS* denota a un *sistema tecnológico sustantivo* (p. ej., un esquema de un motor) y *STO* a un *sistema tecnológico operativo* (p. ej. un esquema de actividades humanas). Su elaboración se fundamenta en el *conocimiento científico-tecnológico* requerido para cada problema particular, según la transformación por diseñar, planear, dirigir y hacer.

D8. (i) Los *STS* son *proyectos* definidos por *sistemas conceptuales* o *modelos* que representan a un referente concreto del *ambiente*, es decir, en el *nivel natural*: un *artefacto* u *objeto tecnológico material* (p. ej., planos de un *hardware* de un ordenador), o un *sistema natural* (p. ej., *planos topográficos* de una región geográfica), así p. ej.: $a^k \triangleq a^m \subset A$; (ii) los *STO* son *sistemas conceptuales* que representan o *modelan*: (a) en el *nivel natural* la estructura y organización de un *artefacto material* (p. ej., *software* para un *ordenador*); (b) en el *nivel social* a los *sistemas de prácticas* o actividades humanas actuales o

futuras, a la estructura u organización de un *tecnosistema* (Herrera, 1992), o un *sistema social* y su *superestructura* (sistemas de reglas administrativas o jurídico-políticas), que es la base para las acciones *político-administrativas*; (d) a un *plan* específico (resultado de la *previsión tecnológica*) y a los conjuntos o *sistemas de reglas técnicas* que fundamentan la *acción eficiente* actual o futura.

En el caso (i) se *modelan* o *representan* artefactos materiales o procesos sean pasados, actuales o futuros (posibles de producir o suceder). Estos *proyectos* o *diseños STS* son la solución propuesta dirigida a la solución de un problema “conceptual” o “práctico-empírico” indicado por la *previsión tecnológica* o por el *objetivo* o *meta*. Tienen además la función de servir de *guía de las acciones* de transformación “práctica” que dirige la *PTM*. Aquí *diseño* es un concepto muy general, pues incluye no solo la invención conceptual de posibles artefactos materiales (ingeniería), sino que pueden ser artefactos conceptuales (la ciencia teórica), sean ambos con fines “prácticos” o no.

P14. La *práctica tecnológico-científica* es una *práctica cultural*: $PTC \subset PK$ de tipo *ideológico-conceptual*, donde los *constructos* (m^k, o^k, a^k) pueden representar o no de manera directa a referentes materiales o procesos (apuntan a ellos).

D9. Se llama *práctica tecnológica-administrativa*, sea: *PTM* (*tecnología administrativa*) a aquella que realiza la “gestión, dirección y el control directo” de los procesos de producción en general o de la *administración-dirección* de los subsistemas de la *sociedad*. Es decir, de todas las prácticas sociales (diferentes o no a ella misma y en especial las prácticas empíricas directas) mediante la transmisión de *información* directa o no. Es una *práctica empírico-concreta*. Simbólicamente: $PTM(\bar{C}, E) = \{\bar{C}, (m^m, m^k)\} \rightarrow o^m \in \bar{C} \Rightarrow p = \pi' \in \bar{C}\}$.

Esta práctica produce o controla los cambios de la *superestructura* del sistema social, y que implican cambios de estado de $\bar{C} \in C$, y entonces cambios en sus propiedades, por tanto en la estructura y la organización del sistema social.

5. La práctica científica

D10. La *práctica científica PC* es una *práctica cultural*, sea $PC \in PK$, que consiste de toda aquella actividad o *investigación* dirigida a obtener conocimiento sobre la naturaleza del mundo, especialmente a “la explicación objetiva y racional de los procesos existentes”, sean en la naturaleza, sociedad o pensamiento. Tiene la estructura siguiente: $PC(\bar{C}, E) = \{\{\bar{C}, (m^m, m^k)\} \rightarrow o^k \Rightarrow p = a^k\}$.

D11. Se llama *práctica científica factual básica PCB* a la *PC* cuyos referentes de explicación (leyes, predicción) o estudio son las *cosas materiales* o sus procesos en cada nivel ontológico particular o regional, o procesos entre niveles, sea el fisio-, quimio-, bio-, sico-, socio-, tecno-sistema, lo que determina una partición (división de trabajo o especialidad) en las distintas prácticas científicas (o *ciencias naturales* o *sociales*). En símbolos: $PCB(\bar{C}, E) = \{\{\bar{C}, (m^m, m^k)\} \rightarrow o^k \Rightarrow p = a^k \hat{=} (a^m, \pi', \pi'')\} \Rightarrow p = \pi' \in \bar{C}\}$. En general consiste de la unión de una *práctica experimental* (empírica) contemporánea con la *ideológico-conceptual* y que tiene por objeto principal contrastar las teorías e hipótesis realizadas.

D12. Se llama *práctica científica formal básica PCFB* a la *PC* cuyos referentes inmediatos de explicación y su producto son los *constructos* (ideas, conceptos) lógicos y matemáticos. Es el campo de la lógica, las matemáticas, la semántica. Es una *práctica teórico-formal*.

P15. (i) El producto de la *PCB* es determinado sistema del saber fijado en *sistemas conceptuales básicos SCB* (proposiciones, razonamientos, teorías, hipótesis) correctamente contrastados, por lo que *reflejan* adecuadamente los procesos y las leyes de la realidad objetiva. La *verdad* es un concepto semántico consistente en la adecuación del modelo a la realidad a la que apunta, es históricamente relativa pero concreta; (ii) el producto de las prácticas formales *PCFB* son sistemas conceptuales formales *SCF*, válidos por su consistencia semántica, sean o no interpretados formal o factualmente.

Las *prácticas tecnológico-científicas* requieren de fundamento el conocimiento científico relacionado con la problemática y objetivo de la

práctica tecnológica correspondiente, conocimiento que se da por las acciones de una *práctica científica* específica, caracterizada como sigue:

D14. La *práctica científico-tecnológica* (*investigación tecnológica*) (Herrera, 1989, 90): *PCT*, es un subconjunto de las *prácticas científicas factuales* y *conceptuales* (formales o no) que tiene por objetivo: (i) la *explicación* de los procesos reales en *condiciones específicas* (naturales, humanos, sociales) y de los artificiales existentes o futuros, sean *leyes*, *predicciones* o *retroicciones*, (ii) la elaboración de sistemas de *reglas fundadas* y *predicciones tecnológico-científicas*; y (iii) *datos*, *leyes empíricas* en procesos en condiciones particulares; de interés para la *PT*. Así la medicina (práctica tecnológico-médica) se apoya en las “ciencias de la medicina” como la biología humana (terapia o el diseño de tratamientos) o la patología.

Esta es una *práctica ideológico-conceptual* sustentada o simultánea con una *práctica experimental*, con procesos empíricos de observación, experimentación y de contrastación de sus teorías e hipótesis tecnológicas y con la elaboración de “prototipos” experimentales (p. ej., artefactos materiales o seres humanos) dirigidos en especial a determinar la *fiabilidad* y *seguridad* de las teorías, datos y objetos modelos propuestos o usados por la *práctica tecnológico-científica* (diseño) (Herrera, 1990a).

P16. El producto de la *PCT* consiste de un *cuerpo de conocimiento* necesario para las *práctica tecnológica* (Herrera, 1991), constituido por *sistemas científico-tecnológicos y/o conjuntos*: $a^k = SCT$, unión de los siguientes conjuntos: (i) *teorías tecnológicas*: *sustantivas TTS* y *operativas TTO* cuyos referentes son procesos en condiciones específicas (*TTS*) o sobre artefactos inventados (*teorías tecnológicas sistémicas*), en cada nivel sistémico o plurisistémico de la práctica correspondiente; (ii) *datos D*, (iii) *sistemas de reglas fundadas R* y el *pronóstico tecnológico*; (iv) *conjuntos técnicos CT* conteniendo conocimiento técnico o empírico (p. ej., reglas empíricas y leyes empíricas, etc.); en símbolos: $SCT = TTS \cup TTO \cup D \cup R \cup CT$.

P17. Todos los componentes *SCT* descritos son el fundamento o *medio de producción* de la *PTC* (Herrera, 1991) y permiten la *explicación*

científica de lo *artificial*, obteniéndose a partir de su cuerpo de conocimiento, *leyes tecnológicas* y *predicciones científico-tecnológicas*, fundamento de los *sistemas tecnológico-científicos*. En efecto, la *previsión tecnológica* se basa en general en la *predicción científico-tecnológica*.

El conjunto *SCT* conteniendo el *conocimiento científico-tecnológico*, se puede llamar *ciencia aplicada* o *ciencia tecnológica*. En *ingeniería* es usual denominarlo *ciencia de la ingeniería*, es un medio de producción conceptual de la *PTC*. No es un producto automático de la investigación básica, es la investigación de conocimiento nuevo de posible utilización práctica, un puente entre ciencia básica y el diseño (p. ej., el farmacólogo, desigual al bioquímico, trata las "sustancias químicas" que puedan beneficiar o no a los humanos, el sociólogo puede estudiar la cohesión social de un grupo determinado, etc.). La *práctica científica* se particiona según sus objetivos y referentes, como sigue:

P18. La *práctica científica PC* se puede particionar en cuatro campos: (i) la *práctica científica-factual o básica: PCB*; (ii) la *práctica científico-formal: PCF*; (iii) la *práctica científico-tecnológica: PCT* (o ciencia aplicada); y (iv) la *práctica filosófica: PF*, sea: $PC = PCB \cup PCF \cup PCT \cup PF$.

Las (i) y (iii) incluyen *prácticas ideológico-conceptuales* y *experimentales* (empíricas), y las (ii) y (iv) son *prácticas teóricas-científicas*.

D15. Se llama *práctica filosófica PF* (*ciencia filosófica*) a la *práctica teórico-científica* que estudia: (i) a todos los existentes (o procesos) para obtener las categorías y propiedades más permanentes de la realidad (p. ej., existencia real, cambio, tiempo, causación, azar, vida, mente, sociedad) y (ii) a las *prácticas científicas* y *tecnológicas*, así como su producto cognitivo o conocimiento; es decir, *ontología* y *epistemología*, *metodología* o *epistemología normativa*, *axiología* o *teoría de los valores*, *ética* o *filosofía moral*, *praxiología* o *teoría de la acción*, *filosofía política*.

A diferencia de la *ciencias particulares* o *regionales*, cuyas teorías o resultados están sujetos al escrutinio empírico, la *ciencia filosófica* es una *ciencia general*, es una *práctica teórica* que solo se puede chequear por la coherencia de

su producto conceptual con la ciencia o producto científico de las *prácticas científicas* particulares. Por otra parte debido a que toda *práctica tecnológica* se apoya en algún *marco filosófico*, surge la necesidad de intensificar el estudio de un campo de la *práctica filosófica* relacionado con los enfoques filosóficos requeridos por los fines prácticos de *PT*, ampliándose el espacio para un área que se podría llamar *ciencia filosófica aplicada*, conteniendo un conjunto de aplicaciones de las ideas filosóficas a algunos problemas de estrategias, políticas y decisión producidos por la ciencia, la tecnología y la práctica social en general (Bunge, 1999). Por tanto, explícitamente:

D16. Se llama *práctica científico-tecnológico-filosófica PCTF* a un componente de *PF* que trata o estudia los conceptos generales (o categorías) relacionados con los problemas prácticos (p. ej., valor, método, previsión, estrategia, política, decisión, normas, etc.) de la *PT*. Entonces:

P19. La *práctica filosófica PF* se puede particionar en: (i) *práctica científico-filosófica PCF* y (ii) *práctica científico-tecnológico-filosófica PCTF*, sea: $PCF \cup PCTF$.

La división aquí planteada es solo formal en lo concerniente a las *prácticas componentes* de *PF*, lo que sí se puede separar formalmente en forma más nítida, es el producto conceptual de estas *prácticas*, como se describe a continuación:

D17. Se llaman *sistemas científico-filosóficos SCF* al producto de la *PCF* (*ontología general*, *epistemología filosófica*), que consisten de *sistemas conceptuales* teóricos generales, conteniendo *categorías* científicas, teorías y leyes generales sobre la realidad como un todo (no de la totalidad de la realidad).

D18. Se llaman *sistemas científico-tecnológico-filosóficos SCTF* al producto conceptual de la *PCTF*, consistente en *normas de método*, *metódica*, *teorías*, *sistemas de reglas* o *normativos* relacionados con los problemas derivados de las acciones propias de las *PT* (p. ej., ética ambiental y de negocios, filosofía política y legal, bioética, la filosofía de la educación, etc.).

El profesor Bunge (1999) llama *tecnología filosófica*, a los *SCTF* o *sistemas de conocimiento* a servicio de los intereses prácticos, es decir, de las *PT*, tales como: la *axiología*, la *praxiología*, la *metodología*, la *ética* y la *filosofía política*.

D19. Se llama *práctica tecnológica cultural PTK* a la unión de: (i) la *práctica tecnológico-científica: PTC*; (ii) la *práctica científico-tecnológica PCT* y (iii) la *práctica científico-tecnológico-filosófica PCTF*. Simbólicamente: $PTK = PCT \cup PTC \cup PCTF$.

D20. Se llama *sistema conceptual de la ciencia SKC*, al producto resultante de *PC*, conjunto que representa el conocimiento científico históricamente logrado, sea: $SKC = \{SCB \cup SCTF\} \cup \{SCT \cup SCTF\}$. Pertenecer al *sistema conceptual de la cultura*.

Por ejemplo, Bunge (1980, 206) llama *tecnología* al *cuerpo de conocimiento* contenido en el segundo término de la unión de conjuntos del *sistema conceptual de la ciencia, SKC*, sea: $\{SCT \cup SCTF\}$, es decir, a los *sistemas científicos tecnológicos y tecnológico-filosóficos* (Bunge, 1999), o al conocimiento contenido en tales sistemas conceptuales (ver una crítica en Herrera, 1996).

D21. Se llama *sistema conceptual de la tecnología SKT*, al producto resultante de la $SCT \cup PTK$, sea: $SKT = SCT \cup SCTF \cup STC$, conjunto que representa el *patrimonio cultural tecnológico* y que pertenece al *sistema conceptual de la cultura*. En este concepto se incluye a los posibles modelos de los artefactos realizados por las *prácticas tecnológica-científicas*, aunque éstos sean muy diversos y válidos sólo en determinada época histórica. Algunos llaman a este cuerpo de conocimiento, *ciencia tecnológica*.

6. Ciencia y tecnología

En base a lo hasta aquí expuesto, los conceptos generales de *ciencia* y de *tecnología* (Herrera, 1995, 96) se pueden presentar de una manera sintética e integral mediante la forma extensional siguiente:

D22. El *concepto general de Ciencia C*, se puede definir extensionalmente mediante la dupla siguiente, donde el significado de los símbolos es conocido:

$C = \{PC\}, \{SKC\}, STM = \{PC\}, a^k, a]$, donde $PC(C, E) \subset S$; $a^k = \{SKC\} \in m^k \in \{C, A\} \subset S$ y $a = \{a^m, \pi, \pi^m\} = STM \in \{C, A\}$

D23. El *concepto general de Tecnología T*, se puede definir extensionalmente mediante la terna siguiente:

$T = \{PT\}, \{STC\}, STM = \{PT\}, a^k, a]$ donde $PT(C, E) \subset S$, $a^k = \{STC\} \in \{C, A\}$ y $a = \{a^m, \pi, \pi^m\}$, $STM \in \{C, A\}$

Ambas *ciencia* o *tecnología* respectivamente, se las define como: (i) o una actividad específica (p. ej., *la física*, o *la ingeniería aeronáutica*); (ii) o un *sistema conceptual* (mecánica relativista o un modelo de un avión); (iii) o un *sistema tecnológico material* (en especial un artefacto material, p. ej. una máquina, o un sistema de actividades, un cambio de estado natural o humano), en el marco de un *sistema social* determinado. Obsérvese que el *producto conceptual* en la *tecnología* es un *modelo* de un posible objeto concreto o de un sistema de actividades humanas, con un “fin práctico”, mientras el *producto conceptual* de la *ciencia* tiene un correlato directo o no, inmediato o mediato de supuestos procesos existentes, con un “fin cognitivo” fundamental (p. ej., *SCB*) o un “fin práctico” o tecnológico (p. ej., *SCT*). El componente material o *STM* de la terna *tecnología* es un *artefacto material*, con fines “prácticos” como medio de producción de la transformación empírica, pero en la *ciencia* puede ser un ente material o conceptual: descubierto, inventado (p. ej. matemático), modelo (p. ej., en ingeniería de un artefacto), o un cambio artificial (p. ej., biológico) con fines cognitivos. En relación con el llamado *fenómeno tecnológico*, la terna *T* contiene los términos que usual y parcialmente se toman como el concepto de *tecnología*. La *intensión* de los componentes de la terna, es decir, las propiedades generales que caracterizan a los conceptos involucrados en la *terna tecnología*, ya ha sido analizada en éste y otros trabajos por el autor, sin embargo es importante resaltar algunas de esas propiedades. Los artefactos *STC* y *STM* componentes de la estructura genérica de la práctica *PT*, son pertenecientes al *ambiente apropiado* de la *sociedad* y ambos son los referentes o *relata* de la actividad orientada, en el sentido en que ambos son su *medio de producción* o su *producto tecnológico* y viceversa. El *artefacto material STM* no se da sin su *modelo* (o *sistema tecnológico-científico*), sea $STC \hat{=} STM$ (es decir, algún *STC*), el cual contiene la representación conceptual de su estructura, de sus funciones o actividades, o sea de la práctica para su operabilidad y mantenimiento (explicación del artefacto). Su

funcionalidad sirve los *intereses* del subsistema social, o en su relación con el que lo usa. Por otra parte *STC* se fundamenta en el *sistema cultural de la tecnología*, en especial en *SCT*, su principal medio de producción, expresándose por su medio la interrelación entre las prácticas científicas y tecnológicas.

7. Tecnología y sociedad

En el concepto de *Tecnología* presentado, en el que se expresa el proceso y el artefacto, se manifiesta conjuntamente la actividad (la praxis social) y la duración (artefacto u objeto tecnológico). El *artefacto*, al ser un *medio de producción social* (*valor de uso*), se convierte en un *ser social* en un período histórico social, no independiente de las acciones humanas. El *artefacto* es por una parte, la culminación de la producción social como sucesión temporal o proceso, y por otra es su cristalización material, su condensación y eliminación del proceso, de la temporalidad. En cada instante del presente de tal proceso se transforman los resultados del trabajo pasado y se realizan los fines del trabajo futuro. La *Tecnología* es una componente de los medios de producción de la composición y del ambiente (fuerza humana y fuerza material de producción) de toda *sociedad*. Tanto la *práctica* (fuerza de trabajo humana), como los *artefactos conceptuales* y *materiales* son *mercancía*, tienen valor de uso y valor de cambio en el modo de producción capitalista. En realidad ésta determina qué y cómo producir, es decir, los procesos de producción dependen del tipo de *dirección* realizado por las *prácticas político-administrativas*. Por tanto se afirma:

P20. La *Tecnología* no es un elemento exógeno al sistema social y entonces no tiene autonomía social, es la *sociedad* quien le da significado y el valor, lo que si puede tener una autonomía relativa desde el punto de vista de su verdad factual, es el *sistema conceptual de la tecnología* (Herrera, 1990).

8. Clasificación y academia

El análisis y la determinación de las propiedades de los componentes de las ternas, los

componentes expresados en la estructura genérica y la 10-tupla que representa a las prácticas, sus productos, referentes ontológicos, etc., permiten facilitar y orientar una clasificación posible de las *tecnologías* y las *ciencias*, evidenciando sus diferencias, sus elementos comunes o de interrelación. Esto permite diseñar e interpretar adecuadamente las organizaciones académicas de los centros universitarios de enseñanza e investigación. También es relevante para quienes elaboran los currículos académicos, o las *prácticas tecnológicas educativas* en general, pues ayuda a determinar y dilucidar los atributos epistémicos correspondientes. Considerando solo el referente ontológico de transformación (material: natural, social, humano) se enumeran a continuación algunas *prácticas tecnológicas*: (i) fisiosistema: fisio-tecnologías o ingenierías, p. ej.: ingeniería mecánica, eléctrica, electrónica, nuclear, minera, geotecnia, civil: estructural, sísmica, hidráulica, ambiental; urbanismo, arquitectura, aeronáutica, nuclear, espacial, del *hardware* o de computadores, ingeniería cognitiva (inteligencia artificial), robótica, etc.; (ii) químiosistema: químio-tecnologías, p. ej.: química industrial, ingeniería química; (iii) bioquímio-sistema, p. ej.: farmacología, bromatología; (iv) biosistema: biotecnologías, p. ej.: agronomía, medicina, bioingeniería (ingeniería genética), o biosociales, p. ej.: epidemiología normativa, administración de recursos; (v) sicotecnología: psicológicas, p. ej.: psiquiatría, pedagogía; o psicopsicológicas, p. ej.: psicología industrial, comercial, bélica, del mercadeo; (vi) sociológicas: sociotecnología, p. ej.: “ciencias” de la administración, investigación de operaciones, derecho, estrategia militar, legislación, jurisprudencia, criminología, demografía normativa, epidemiología, macroeconomía normativa, trabajo social, planeamiento de ciudades o urbanismo, politología aplicada, sociología aplicada. A estas prácticas les corresponden las *prácticas científico-tecnológicas* propias, cuyos productos constituyen el *sistema conceptual de la tecnología* (p. ej., ciencias de la ingeniería, o ciencias de la medicina) (ver D21). En base a ello se podría hacer una clasificación de la *ciencia tecnológica*. Como un elemento de estos *sistemas científico-tecnológicos* (conceptuales) están aquellos *conocimientos generales* sin referentes materiales

específicos, que a veces se llaman *ciencia tecnológica conceptual*, p. ej.: teoría general de sistemas, autómatas, sistemas lineales, sistemas lineales y teoría del control, optimización, informática o ingeniería del *software*: programación para ordenadores o computadoras (llamadas erróneamente ingeniería de sistemas, pues como se ve todas las ingenierías diseñan y dirigen la fabricación de sistemas), tecnología de la información, *tecnologías filosóficas* (Bunge, 1999): filosofía moral, praxiología, metodología, filosofía política.

Nota

1. Usando un *fictionismo metodológico* se tratan como si existieran por sí mismos

Bibliografía

- Althusser, Louis. (1974) *Para una crítica de la práctica teórica*. México: Siglo XX.
- Bunge, Mario. (1999a) The Technologies in Philosophy (en Mahner, 2001, 365-374).
- _____. (1999b) *The Technology-Science-Philosophy Triangle in its Social Context* (en Mahner, 2001, 352-364).
- _____. (1998) *Social Science under Debate. A Philosophical Perspective*. Univ. of Toronto Press.
- _____. (1988) The Nature of Applied Science and Technology (en Mahner, 2001, 345-351).
- _____. (1980) Tecnología y filosofía. En *Epistemología*. España: Ariel.
- Mahner, Martin (editor). (2001) *Scientific Realism. Selected Essays of Mario Bunge*. New York: Prometheus Books.
- Herrera, Rodolfo. (1996) Algunas tesis sobre la tecnología. *Rev. Filosofía Univ. Costa Rica*, 34 (83-84), 365-384.
- _____. (1995) Ingeniería: un marco conceptual. *Rev. Ing. Univ. Costa Rica*. 5 (1).
- _____. (1992) Los sistemas tecnológicos concretos. *Rev. Ing. Univ. Costa Rica*. 2 (2), 43-58.
- _____. (1991) Sistemas conceptuales de la tecnología. *Rev. Ing. Univ. Costa Rica*. 1 (1), 67-68.
- _____. (1990a) Consideraciones sobre el método. *Memorias V Seminario de Ingeniería Estructural*. Costa Rica: edit. CFIA, 353-362.
- _____. (1990b) Tecnología y sociedad. *Rev. Fil. Univ. Costa Rica*. 27 (67/68), 77-84.
- _____. (1989) La práctica tecnológica. *Rev. Fil. Univ. Costa Rica*. 27 (66), 349-359.