

SOBRE LA DISTINCION ENTRE CIENCIA Y TECNOLOGIA

*Asdrúbal Valencia Giraldo
Universidad de Antioquia*

INTRODUCCION

Las palabras ciencia y tecnología, como un binomio inseparable, resuenan en todos los ámbitos pero con mucha ambigüedad en su connotación. No se tiene una idea precisa sobre su significado y esto ocurre no sólo en los medios de comunicación y la literatura general, sino también en la especializada. Algunos científicos miran a la tecnología como a una hija bastarda de la ciencia, mientras ciertos pensadores consideran a la ciencia como un discurso más. Al mismo tiempo, hay quienes apenas distinguen entre ciencia aplicada y tecnología. De igual manera existe confusión entre tecnología y técnica. Por lo demás, es común mezclar ciencia y tecnología, aunque esto, de alguna manera, no está lejos de la verdad, pues muchos conocedores prefieren hablar de tecnociencia.

El propósito de este ensayo es el de indicar algunas interrelaciones, a veces evidentes, y hacer algunas distinciones necesarias entre estos conceptos, con un enfoque no especializado, sin pretender la rigurosidad de los filósofos y de otros que manejan con verdadera propiedad el lenguaje exacto. Para ello es necesario aventurar algunas definiciones.

Sólo a manera de introducción puede decirse, por lo pronto, que ciencia es aquello que se sabe y domina en forma suficiente en un determinado momento histórico. A su vez, arte se define como la acción, la obra o la operación realizada mediante el uso de la ciencia y los conocimientos: En este sentido, arte es el quehacer, técnica es la habilidad, la destreza, propiedad, estilo o virtud para hacer las cosas con la mayor perfección posible. En un sentido es el virtuosismo y en otro, es algo así como el *know how* de que se habla en inglés. La *tecné* griega se refería a la producción artificial del hombre, opuesta al *phytenton*, lo que existe naturalmente. En el mundo romano la *tecné* evolucionó en el *ars*, o sea la imitación de la naturaleza.

A su vez, tecnología es la ciencia de cómo hacer las cosas - que es el arte - basada en la ciencia general existente. Así, la técnica, destreza, habilidad o pericia, se transforma en tecnología cuando se aproxima a la ciencia, es decir, al campo de los conocimientos fundamentales. A pesar de esto algunos autores no hacen distinciones entre técnica y tecnología tratándolas como simples gradaciones de un mismo espectro de conocimientos.

LA CIENCIA

Ciencia es el intento sistemático de producir proposiciones verdaderas sobre el mundo. O sea que es ese creciente cuerpo de ideas, que puede caracterizarse como conocimiento racional, sistemático, exacto, verificable y por consiguiente falible. Es común dividir las ciencias en formales (o ideales) como la lógica y la matemática y fácticas (o materiales) de acuerdo con el objeto o tema de las respectivas disciplinas.

Entre las ciencias fácticas, que a más de la lógica precisan de la observación o la experimentación, la distinción entre las ciencias naturales y las humanidades tiene una larga tradición. Dentro de las ciencias naturales se puede distinguir, además, entre el estudio de la naturaleza inorgánica (o física) y el estudio de la naturaleza orgánica (biología). En las humanidades, tal como se las ha definido tradicionalmente, se ha producido una escisión entre las ciencias sociales (que incluye ramas tan disímiles como la historia, la lingüística o la psicología) y las disciplinas estéticas o artes^{1,2}.

En las ciencias naturales la actividad en general está dirigida a producir un conocimiento objetivo de las leyes que rigen el universo. Aquí se entiende por ciencia una forma de saber que proporciona explicaciones causales, dilucidaciones de por qué sucede algo y por qué lo hace de cierta manera. Por ello posee una unidad total que se hace específica de acuerdo con el objeto de cada ciencia particular.

Aunque existen variadas formas axiológicas de aproximarse a la ciencia, aquí se parte de que hay dos tipos de ciencia: la básica y la aplicada, ambas distintas de la tecnología. Entre la ciencia básica y la aplicada se da una diferencia por el grado de especificidad. En la ciencia básica se expresan correlaciones que, al seguir a Padilla³, son válidas para la totalidad de un universo de discurso. Por otro lado, en la ciencia aplicada, que es más específica, se restringe la aplicabilidad de las correlaciones. Esa es la diferencia fundamental. Cuando las correlaciones de la ciencia aplicada provienen por vía deductiva de leyes de ciencia básica y de datos, se dice que la ciencia aplicada correspondiente es una ciencia aplicada teórica.

CIENCIA BASICA

Ya se dijo que las proposiciones de la ciencia básica son de validez general y esa es su principal característica, conceptos que, en cierto modo, pertenecen al conocimiento mundial, están disponibles en todas partes. Para aclarar el concepto de ciencia básica, al aceptar el particular enfoque que se ha adoptado, considérese la común ecuación $s = s_0 + \frac{1}{2}at^2$, que correlaciona el espacio s recorrido en el tiempo t con una aceleración a y partiendo de un espacio recorrido inicial s_0 . Rigurosamente la ecuación debe escribirse $s(a,t) = s_0 + \frac{1}{2}at^2$. La ecuación es válida para cualquier aceleración y cualquier tiempo. Todos los eventos representados en la fórmula se consideran lógicos y físicamente posibles. Si se aplica para la caída libre desde el reposo será $s(a,t) = (\frac{1}{2})at^2$ y de acuerdo con los supuestos de la mecánica newtoniana, la distancia recorrida será de 9.81 m en 1 segundo dentro de un campo gravitatorio que produce una aceleración de 9.81 m²/s. En la denominada ciencia básica es característico este tipo de correlaciones generales, donde no se tienen más restricciones para los valores que pueden tomar las variables, que las impuestas de manera general por la propia teoría. Tal es el caso de c en la teoría de la relatividad. La ciencia básica es una gran construcción conceptual que, luego de la matematización de la ciencia moderna, puede expresarse por medio de correlaciones generales, elegantes y simples.

CIENCIA APLICADA TEORICA

La ciencia aplicada se distingue de la básica no sólo porque sus correlaciones son de más corto alcance, sino porque esa restricción lleva a una aplicabilidad más

inmediata en un ámbito específico y real del conocimiento.

Si la ecuación indicada antes se restringe, se tiene otra situación, por ejemplo si se escribe como $s(t) = \frac{1}{2}at^2$. En este caso el móvil recorre un espacio que sólo es función del tiempo. Ahora la aceleración no es una variable sino un parámetro.

En realidad $s(t) = \frac{1}{2}at^2$, para $a = k$. Cuando $a = 9.81$ m²/s la ecuación sólo es válida en el planeta Tierra al nivel del mar. La aplicabilidad se ha restringido y para que sea realmente aplicada, los parámetros no pueden ser arbitrarios sino que deben representar datos reales. Estas ecuaciones, donde intervienen parámetros son características de la denominada ciencia aplicada. En este caso la correlación proviene de la ciencia básica y se restringió con la realidad de los datos, por lo cual la ciencia que la aplica se llama ciencia aplicada teórica.

CIENCIA APLICADA EMPIRICA

Pero también hay ciencia aplicada empírica y sus correlaciones son descripciones de regularidades observadas, que se consideran científicas por las siguientes razones:

- a) su modo de obtención, procesamiento y presentación
- b) su comprobación y posibilidad de refutación
- c) su conexión, por la vía de los conceptos que en ellas intervienen, con alguna porción de ciencia básica teórica.

Las correlaciones se expresan en forma matemática, pero carecen de una base a partir de la cual se deduzcan, además en sentido estricto no son leyes.

Por ejemplo la ecuación $D = ktn$ correlaciona los valores del tamaño de grano D , de un metal cuando se le somete a calentamiento un tiempo t ; k y n son parámetros que dependen del material y la temperatura del tratamiento. Esta ecuación se distingue de la antes mencionada en que no puede deducirse de otras leyes de la ciencia básica, pues es sólo una expresión matemática que describe los hechos observados.

Lo cierto es que ningún análisis de una ecuación empírica de este tipo puede poner de manifiesto otra cosa que la correlación entre las variables que en ella aparecen. Por esto, la ciencia aplicada aunque presente un alto grado

de especificidad no es tecnología. La tecnología tiene siempre una intención utilitaria. En ella ha de ser posible encontrar, en el entramado de sus expresiones y de manera objetiva, la representación conceptual de esta intención. En la ciencia aplicada empírica no necesariamente se busca conectar los resultados obtenidos con proyectos tecnológicos concretos y sus consecuencias económicas y políticas. El propósito utilitario de la investigación de este tipo, que muchas veces busca desarrollos tecnológicos, no está reflejado en el resultado mismo de la investigación.

Existen, pues, muchas definiciones de ciencia, y en casi todas se establece que la ciencia se ocupa de estudiar la naturaleza, distinguiéndola así de la tecnología, que se ocupa de controlarla y de cambiarla, aunque un examen más crítico sobre la esencia de la ciencia nos dice que ésta persigue el conocimiento de la naturaleza para controlarla más que para comprenderla. Distinción esta que se hizo evidente entre la técnica de los romanos y los egipcios y la ciencia de los griegos.

La ciencia puede ser considerada como la suma actual de conocimientos científicos, como una actividad de investigación o hasta como un método de adquisición del saber. El proceso científico puede caracterizarse, tanto desde el punto de vista de la elaboración, de la utilización y de la verificación de las teorías, como desde el punto de vista de los procedimientos experimentales, por la idea de la operación.

La ciencia actúa sobre estados dados, en simultaneidad o en sucesión, y se esfuerza por comprender el modo en que se conservan o transforman esos estados. Por supuesto, interviene activamente en los estados de los sistemas que analiza, con los métodos experimentales. Pero la meta que se persigue al efectuar estas manipulaciones es la de poner a prueba el esquema teórico de que se dispone, por ejemplo, examinando si los estados a los que se dirige el sistema corresponden a los que había podido prever partiendo de ese esquema⁴.

LA TECNICA

Es conveniente establecer la diferencia entre técnica y tecnología, aunque muchas veces ambos términos se usen indistintamente. En cualquier caso el deslinde entre ellas lo establece la ciencia.

La técnica se refiere a las habilidades que producen resultados y más concretamente al arte de producción y mantenimiento de instrumentos. Ejemplos de la primera acepción son todos los desarrollos de la prehistoria, porque el hombre prehistórico sabía, por ejemplo, producir fuego mediante la técnica de frotar palos, pero no sabía por qué surgía la llama. No tenía idea de los motivos de ese resultado, es decir obtenía un éxito ciego. Eso mismo sucede hoy, por ejemplo, con muchas técnicas médicas. Si embargo en ciertos contextos, sobre todo en la filosofía alemana, no se hace real distinción entre técnica y tecnología.

LA TECNOLOGIA

La palabra tecnología es una de las más utilizadas en la sociedad contemporánea, lo que no significa que se haga de manera correcta, con exactitud y sin dualismo.

¿Que es “realmente” la tecnología? ¿La habilidad para resolver cualquier problema? ¿La fuente de todos los males? ¿La manifestación física del genio inventivo de la humanidad? ¿El incremento que se puede obtener de una hora de trabajo o una unidad de capital? ¿El control de la naturaleza por la humanidad? ¿El control de cierta gente sobre otra gente sirviéndose de la naturaleza como instrumento?⁵

Todo esto y mucho más puede ser la tecnología según el punto de vista que se adopte al definirla. De acuerdo con su etimología es el estudio de los conocimientos incorporados en los objetos, procesos y, por supuesto, en las personas⁶.

La tecnología puede definirse como la aplicación sistemática del conocimiento científico a las actividades productivas. En otras palabras, es el conjunto de conocimientos utilizados en la producción y comercialización de bienes y servicios, que se materializa en máquinas y equipos, información sobre ellos, sobre los procesos, procedimientos y productos o puede ser poseída por los especialistas. Esta es, por supuesto, una definición limitada, pues en su sentido más general la tecnología incluye aspectos técnicos, organizativos y culturales. Entre los técnicos puede incluirse el conocimiento, la destreza técnica, las herramientas, las máquinas y las sustancias químicas, el personal, los recursos y los desechos. En el aspecto organizacional deben mencionarse las actividades económica e industrial, la actividad profesional, los usuarios y

consumidores así como los sindicatos. En cuanto a lo cultural deben considerarse los objetivos, valores y códigos éticos, la creencia en el progreso, la conciencia y la creatividad^{7,8}.

Cuando la ciencia explica las causas sobre las que opera técnicamente, se tiene una técnica racional, es decir una tecnología. En este sentido la tecnología es un producto de la modernidad, es el resultado de teorizar científicamente sobre la técnica. La tecnología es entendida hoy como la “ciencia de las artes industriales”. Industria, a su vez, denota inteligencia, creatividad, destreza en el trabajo de producción o útil. Por lo tanto, es común decir y entender, ahora reiterado, que la tecnología es la ciencia de cómo hacer las cosas; la ciencia hecha acción y la acción convertida en ciencia. Por eso en ciertos contextos se le denomina tecnociencia. En la actualidad es algo tan complejo que algunos la denominan la máquina tecno-económica.

Como lo expresa elegantemente Borrero: La tecnología es un punto de convergencia entre el conocimiento científico que puede implicar algún tipo de práctica (pero no utilitaria) y la práctica utilitaria de la técnica que conlleva algún tipo de conocimiento racional (pero no científico). En la tecnología se entrecruzan los antiguos propósitos de la técnica con las modernas posibilidades de la ciencia. La vieja actitud del homo faber y algunos logros de la intención del homo cogitans confluyen en el tecnólogo contemporáneo. Deudora por distinta vertiente tanto de la ciencia moderna como de la técnica tradicional, la tecnología contemporánea se distingue al mismo tiempo de ambas⁹.

Durante siglos, la ciencia y la técnica evolucionaron independientemente: la ciencia, concentrada en el saber especulativo, que buscaba penetrar la realidad hasta sus principios mismos, pero ajena a las consecuencias prácticas del conocimiento; la técnica, basada en un saber enteramente práctico que no carecía de racionalidad, sin verdadera justificación teórica como se ha insistido.

La idea de ciencia moderna, que surge con la revolución del conocimiento en los siglos XVI y XVII, cuestiona por completo la concepción de ciencia que separa la teoría y la práctica. Mientras que la ciencia antigua es ante todo contemplación, o sea visión puramente intelectual de las realidades que están más allá del mundo sensible, la ciencia, que se impone a partir de Galileo,

Descartes y Newton, se fundamenta en el intercambio entre la experiencia y la razón y no en el descubrimiento que hace la razón de los principios y verdades que no pueden alcanzarse por la experiencia. Precisamente, lo que distingue a la ciencia moderna de la ciencia antigua es, la pretensión de conectar la teoría y la práctica mediante la acción del conocimiento.

La nueva ciencia (y la tecnología) encuentra un medio propicio para su desarrollo en la rica burguesía renacentista, interesada en las artes del ingeniero, que la ciencia oficial de entonces tendía a despreciar como actividad servil, más propia del artesano que del hombre libre. Mientras la universidad continúa enseñando una ciencia sin contacto con la realidad, las investigaciones nuevas se desarrollaban con el apoyo de los príncipes y de los grandes burgueses. En el siglo XVII, las academias científicas, como la Royal Society y la Académie des Sciences, justificaron sus actividades frente a sus soberanos mostrando los resultados prácticos de su trabajo¹⁰.

Aunque a menudo se piensa que la ciencia se dirige hacia donde el saber la conduce, esa idea no es más que otra expresión del imperativo tecnológico.

Fue el cambio, de lo sagrado a lo profano, lo que se manifestó claramente en el siglo XVII, e hizo surgir la moderna tecnología. La visión del mundo como objeto, más que como símbolo, condujo directamente a la percepción de que el hombre podía manipular al mundo natural; de ahí la máxima de Bacon: “El saber es poder”¹¹.

La evolución tecnológica que cada vez es más rápida, adopta un carácter cada vez más sistemático, es cada vez más consciente. La actividad tecnológica contemporánea está ligada a la práctica científica por sus resortes profundos. Además esta relación es tanto más visible cuanto más afecta a las formas más avanzadas de tecnología. Al principio las teorías científicas seguían a las innovaciones tecnológicas, como sucedió con el origen de la termodinámica y la máquina de vapor, pero últimamente, la teoría precede a las realizaciones técnicas, como en el caso de la energía atómica. Parece pues, que la interacción estrecha con la ciencia es una característica específica de la tecnología moderna. Pero el objetivo de la ciencia es el progreso

del conocimiento, mientras que la tecnología tiene por objetivo la transformación de la realidad¹².

ALGUNAS DISTINCIONES ENTRE CIENCIA Y TECNOLOGIA

Como anotó Ladrière, la actividad tecnológica contemporánea está ligada a la práctica científica en sus más hondas raíces. Esta relación se hace más fuerte cuando la tecnología es más avanzada, de modo que hoy en día esa interfaz es, aparentemente, muy difusa. Pero hay distinciones muy grandes, que se olvidan, en su dinámica y en la manera como se da el conocimiento en cada caso.

Ciencia no es lo mismo que tecnología, pero cuan poco puede lograr la ciencia natural moderna, incluso la más poderosa, cuando es insuficiente el instrumental que le proporciona la tecnología. Pero no hay tecnología, entendida en sentido estricto, sin ciencia. Entre la ciencia y la tecnología no hay una relación de identidad, sino una relación de condicionamiento. La ciencia es, para emplear una expresión de raigambre kantiana, la condición de la posibilidad tecnológica. Para destacar la relación indisoluble y determinante entre ciencia y tecnología, es conveniente precisar algunos puntos respecto de la primera, que se apoyan en el trabajo de Price¹³.

Actualmente, y siguiendo a Price, la manera como crece el conocimiento científico se puede medir por el número de publicaciones respectivas. En un campo determinado, cada artículo reciente está vinculado con todos los artículos similares por muchas citas. Por ello la ciencia ha tenido, durante varios siglos, un ritmo de crecimiento exponencial extrañamente constante en su literatura. El número de artículos científicos en todos los campos y todos los países con sólo ligeras variaciones durante las guerras mundiales, se ha duplicado cada diez a quince años, según se mida o cómo se mida. Cada artículo publicado, agrupando los buenos y los malos conjuntamente, produce un promedio de una cita por año.

Por consiguiente, puede decirse que la ciencia crece como lo hace, mucho más rápidamente que la gente, porque el viejo conocimiento engendra el nuevo. Y el conocimiento muy reciente engendra nuevo conocimiento mucho más rápidamente todavía, así que la ciencia avanza muy regularmente, de un modo muy

estructurado, y a partir de su epidermis, más que de su cuerpo. Este es el mecanismo de “transferencia” de la vieja ciencia a la nueva.

En algunos campos de la ingeniería se publica mucho, pero en muchos ámbitos bien conocidos de la tecnología no existe el equivalente del artículo científico. Hay patentes, desde luego, y éstas hasta citan patentes anteriores. Y a falta artículos tecnológicos que se parezcan a los científicos, existe una enorme literatura tecnológica; en verdad, en este dominio hay muchos más boletines y periódicos que en los campos de la ciencia. Aquí surge una gran diferencia entre la ciencia y la tecnología: su actitud frente a la bibliografía. El científico se ve motivado a publicar de manera acuciante: ésta es la clave de todos los resortes internos de su impulso para hacer ciencia. En la tecnología las cosas son diferentes; la tradición, hablando sin ambages, es la de ocultar, para obtener un nuevo producto o proceso antes que otros. También ocurre que el científico conoce, de primera mano, la nueva obra de la cual partirá y por eso no necesita mucho leer las publicaciones, que ya pueden ser anticuadas. Pero en el otro campo, el ingeniero está ansioso de recoger cualquier información que se haya filtrado, aunque revelará lo menos posible de sí mismo. Podemos expresar lo anterior en un aforismo muy conocido: el científico quiere escribir pero no leer, el tecnólogo quiere leer pero no escribir. Es claro que el avance de la tecnología no se puede medir por el número de publicaciones.

Lo cierto es que “la ciencia está disponible en un sistema mundial de publicaciones, accesible a cualquiera que conozca el idioma. La tecnología no está tan fácilmente accesible, en parte debido al secreto industrial y los derechos de propiedad, pero también debido a que la tecnología debe aprenderse haciendo las cosas”¹⁴. Por eso posible encontrar cuál es el proceso para fabricar una bomba de hidrógeno, pero nadie informará sobre la composición de la coca-cola.

En la tecnología también hay que distinguir el proceso de la investigación respecto de los resultados. Esto últimos se pueden agrupar en varios momentos: a) el de la tecnología básica que concibe el producto; b) la tecnología de detalle y de materiales, y c) la tecnología de producción. Para que los resultados de una investigación puedan considerarse como en grado sumo tecnológicos es necesario que en los tres momentos antes señalados se haya dado la intervención de la ciencia. En

esto radica la conexión de la tecnología con la ciencia y también la diferencia de la tecnología con respecto a la técnica¹⁵.

Otra gran diferencia entre la ciencia y la tecnología surge de sus mismas definiciones. La finalidad de la ciencia consiste en alcanzar un conocimiento científico fundamental y general, unas teorías cognoscitivas que deben juzgarse por su veracidad y no por su utilidad. En este contexto algunos autores consideran a la ciencia aplicada como un subconjunto adecuado de la tecnología. Ahora bien, el conocimiento tecnológico propiamente dicho, sólo surte efectos marginales sobre la humanidad, en el mejor de los casos. La incorporación de esos conocimientos en forma de innovaciones, nuevas prácticas industriales, la fabricación de nuevos productos, la reorganización de las instituciones, y la creación de nuevos servicios es lo que afecta fundamentalmente a todo individuo¹⁶.

Se entiende así que “en el campo de la tecnología, se trata esencialmente de intervenir en el curso de las cosas, impedir que produzcan ciertos estados o por el contrario, para hacer aparecer estados que no lo harían espontáneamente. Y esto en función de ciertos objetivos dictados, en definitiva, por los sistemas de valores que rigen la acción y son los que determinan qué es deseable y qué debe evitarse. El problema tecnológico propiamente dicho consiste en obtener el efecto apetecido, con el máximo de eficacia, es decir, de tal forma que se tengan las máximas posibilidades de obtener este efecto¹⁷.”

Citado de nuevo el padre Borrero: “Tecnología significa intelección profunda de cuanto existe, de su ser y de su actuar. Intelección profunda de las cosas, de los seres inanimados, de los hechos y fenómenos de la naturaleza, de las leyes físicas. Esta intelección conduce al sentido primario de la tecnología: lo físico, lo mecánico”.

“Intelección honda, también, de los seres vivos, orgánicos, de los organismos humanos y animales: tecnologías biológicas y médicas de que hoy tanto se habla”.

“E intelección de los comportamientos humanos, colectivos e individuales, razón por la cual el concepto de tecnología, tan asido en sus comienzos al ámbito de las ciencias naturales, se adentró ya en el seno de las ciencias humanas y sociales: tecnología educativa, tecnologías sociales, tecnologías literarias...”.

“Intelección profunda de cómo las cosas se originan, se cultivan, se desarrollan, actúan, producen y se reproducen, y de la forma como los seres se comportan en todo orden de la creación”.

“Este conocimiento acertado y hondo del ser y del actuar, adquiridos en orden a la tecnología, tiene por meta la conducción, manejo y modificación de los mismos ser y actuar de las cosas, hechos, fenómenos, realidades, por tratarse de un conocimiento eminentemente práctico a la vez que científico; lo cual nos explica, una vez más, la aproximación de la simple técnica al ámbito de la ciencia”.

“En buena hora, al tiempo que los conceptos de tecnología y desarrollo dejaban de alinderarse, de manera excluyente, con lo físico y mecánico, con lo cuantificable, y se hacían conscientes de lo político, de lo intelectual, de lo espiritual, de lo plenamente humano, tecnología y desarrollo fueron descubriendo sus implicaciones ético-sociales, culturales, estéticas.”¹⁸

TECNOCRACIA

A partir del siglo XIX se ha hecho cada vez más latente la interacción entre el sistema general de la sociedad y el subsistema tecnológico. La sociedad impulsa o deprime el desarrollo de la tecnología mediante factores económicos, orientaciones políticas, previsión de recursos humanos, expectativas de utilización, y aun las actitudes conductuales de los individuos. A su vez, las producciones tecnológicas introducen modalidades económicas, cambian los conceptos del comercio, crean nuevas clases de trabajo, remodelan las estructuras sociales y trastuecan conductas y costumbres. El quehacer tecnológico es, por supuesto, un quehacer social. Manifiesta, sin embargo, características peculiares y distintas.

Como bien lo señala Gulder Alvin: “Causa del debilitamiento de ciertas viejas ideologías en la moderna sociedad burguesa, surgió un renovado interés por la conciencia tecnocrática con que el orden corporativo y sus símbolos de autoridad podrían ser legitimados nuevamente. Como la burocracia clásica, la nueva tecnocracia afirma y proclama que actúa sin pasión ni favoritismo; y sobre todo, con esa neutralidad hacia los intereses partidistas que le permite elegir y aplicar las mejores soluciones técnicas. Esto es una maduración en la dirección ya prevista por el modelo de burocracia de Weber”¹⁹.

Desde la época de Weber, el vínculo entre la tecnología y la ciencia se ha intensificado, rutinizado e institucionalizado. Como dice Peter Drucker: "...es indudable que el científico, hasta fines del siglo XIX, con raras excepciones, se interesaba poco por la labor tecnológica necesaria para hacer aplicable su conocimiento... Hasta hace poco, el tecnólogo raramente tenía contacto directo o frecuente con el científico, quien no consideraba sus hallazgos de primera importancia para la labor tecnológica". Hoy, en cambio, agrega Drucker, "La tecnología se basa en la ciencia. Su método es ahora la investigación sistemática. Y lo que antes era invención ahora es innovación"²⁰. Drucker sostiene, además que la moderna unión de la tecnología y la ciencia no fue originada tanto por las iniciativas de la ciencia como por las de la tecnología: "...la ciencia se transformó con el surgimiento de la tecnología sistemática... Es la tecnología la que da su carácter a la unión de ambas; se trata de un acoplamiento de la ciencia a la tecnología, más que un acoplamiento de la ciencia y la tecnología, lo que caracteriza el vínculo recientemente institucionalizado."

En otras palabras, la tecnología ha logrado considerable éxito al unirse con la ciencia. Es precisamente esta fusión la que dota a la tecnocracia con la mística de la ciencia, lo que le permite definirse como algo más que el ingenio, la inteligencia, la diligencia y la disciplina del honesto artesano, como algo más que un astuto espíritu práctico animado por la esperanza de la ganancia y el reconocimiento. Ahora la tecnocracia pudo rodearse de la elevada y, en verdad, sagrada aureola de la lucha prometeica que libra la ciencia por la verdad, contra la superstición por la ilustración; la tecnocracia pudo entonces definirse como la encarnación moderna de la racionalidad humana. La ciencia sacó a la tecnología del sucio cobertizo del artesano para llevarlo a los claustros de la universidad y a sus laboratorios, con lo cual definió doblemente como un protagonismo social neutral preocupado por el beneficio del conjunto de la sociedad²¹.

La conciencia y la ideología tecnocrática, pues, corresponden (1) a esta fusión jerárquica de la tecnología y la ciencia, y (2) a la inserción de este nuevo complejo en la estructura de la organización burocrática.

La conciencia tecnocrática, pues, concibe fantasiosamente la ciencia y la tecnología como el absoluto utópico, que es la perfecta fusión del poder

ilimitado y el bien, y al que todos se someterán voluntariamente, superando así todos los conflictos sociales. Lo tecnocrático, pues, se convierte en la secularización de la deidad²².

Este poder tecnocrático es una de las raíces de los movimientos filosóficos y literarios postmodernos, que en muchos casos no son sino el retorno a prácticas, intuiciones y supersticiones del pasado. Lo postmoderno ha provocado corrientes que científicamente no pueden tomarse en serio, pero en lo esencial sus enunciados contienen algunos datos que, para la situación actual, también son, justamente, significativos en la ciencia.

En el mundo hay mucha irracionalidad, pero la ciencia racionalista no reaccionó e intentó comprender lo irracional en lo posible objetivamente, sino que se limitó a lo que es en realidad racional en el propio y estricto sentido del vocablo, que no son el contenido, la esencia, el sentido de las cosas, sino sólo sus estructuras lógicas, formales, conceptuales, pues únicamente ellas son accesibles al método confiable. Así se propició el monstruoso ascenso de la racionalidad formal hasta un sistema de racionalidad puramente funcional²³.

De acuerdo con Feyerabend, mientras no coexistan diversas formas de conocimiento, no podrán existir sociedades democráticas, ya que no puede hablarse de democracia sobre la base de la imposición de un modelo de conocimiento -y de vida- como el único válido. Coloca así, el problema en un terreno que es simultáneamente político, epistemológico y cultural. Dado que es a nombre de un conocimiento científico verdadero y objetivo como se reclama el derecho tecnocrático para tomar las decisiones más trascendentes de la sociedad contemporánea sin la participación de las mayorías, el cuestionamiento a esa autoridad pasa por poner en duda la legitimidad de su conocimiento como universal y objetivo^{24,25}. Esta crítica es aceptable en el sentido de que la ciencia no es la única manera de concebir lo real, pero no lo sería en el sentido de dudar de la eficacia cognoscitiva de la ciencia, mucho menos cuando se utiliza el método científico para demoler la ciencia y su método.

Cuando se pregunta sobre el estatus cognoscitivo o sobre la estructura de las teorías científicas, comienzan a desarrollarse no sólo simples teorías de la ciencia, sino ideas sobre la ciencia ¿Qué es la ciencia? ¿Es la ciencia

verdadera? ¿Qué es la verdad de la ciencia? ¿Cuál es la lógica de la argumentación y explicación científicas? ¿Cuál es la realidad de los entes científicos como una ley, un átomo o un quark? ¿Cuál es el significado de la ciencia? ¿Cómo se relaciona con otros aspectos de la vida, humana incluyendo la ética y la política? Preguntas como estas son centrales en la filosofía de la ciencia.

En cuanto a la tecnología, se asume comúnmente no que las teorías tecnológicas sean verdaderas, sino si funcionan y si el trabajo que realizan es bueno y útil. De acuerdo con Mitcham, cuando se cuestiona este funcionamiento y su utilidad, cuando se plantean dudas sobre ello o sobre la talla moral de las acciones tecnológicas y sus resultados, así como de las ideas en las cuales ellas se basan, entonces, se comienzan a desarrollar ideas en vez de simples teorías de la tecnología. ¿Qué es la tecnología? ¿Es siempre buena o útil la tecnología? ¿Cuál es la lógica del pensamiento y la acción tecnológicos? ¿De qué tipo de realidades están dotados los entes tecnológicos? ¿Qué tipo de conocimiento contienen las ciencias ingenieriles? ¿Cuál es el significado de la tecnología? ¿Cómo se relaciona con otros aspectos de la vida humana? Tales preguntas constituyen el núcleo central de la filosofía de la tecnología²⁶.

Esta diferencia en el tipo de preguntas muestra que la filosofía de la ciencia está más ligada a la lógica y la epistemología, mientras la filosofía de la tecnología lo está a la ética y a la filosofía práctica. Pero sería un

error limitar la tecnología a estas cuestiones, cuando hemos visto que incluye un conjunto de cuestiones que van desde lo conceptual hasta lo metafísico.

CONCLUSION

Estas distinciones entre la ciencia y la tecnología, sus diferencias en métodos, propósitos y consecuencias, pueden parecer meramente retóricas si se considera en última instancia la unidad de la máquina tecnoeconómica característica del capitalismo. El problema central de la tecnología es ético y político y tiene que ver con un futuro humano trazado por el desarrollo o por la conservación del ambiente. El problema fundamental de la ciencia es la verdad. Sin embargo, no hemos detenido en estas distinciones porque no sólo a escala global tienen efecto. En ámbitos como el país o la universidad se sienten los efectos de la distinción entre ciencia y tecnología y entre la investigación científica y la investigación tecnológica, que se traduce en planes y políticas nacionales o universitarias, que deben mirarse desde la óptica de estas distinciones e interrelaciones.

REFERENCIAS

1. Bunge, Mario, *La ciencia, su método y su filosofía*, Editorial Siglo XXI, Buenos Aires, 1980.
2. Thuillier, Pierre, *De Arquímedes a Einstein*, Alianza Editorial, Madrid, 1990.
3. Padilla, Hugo, "Las revoluciones conceptuales en la tecnología", *La filosofía y las revoluciones científicas*, Grijalbo, México, 1979, p. 259.
4. Ladriere, Jean, *El reto de la racionalidad*, Unesco, Salamanca, 1977.
5. Meadows, Donella H., Dennis L. Meadows, Jorge Randers, *Más allá de los límites del crecimiento*, Aguilar, Madrid, 1994.
6. Carvajal Lizardo, *Fundamentos de Tecnología*, FAID, Cali, 1995.
7. Schaff., *¿Qué futuro nos aguarda?*, Crítica, Barcelona, 1985.

8. Mendel, E. , “¿Qué es la economía socialista?”, *Revista Foro*, No 21, 1993., p. 110.
9. Borrero, Alfonso, *Ciencia, Tecnología y Desarrollo*, ASCUN, Bogotá, 1987.
10. Peña, Luis Bernardo, *La revolución del conocimiento: sus consecuencias para la universidad*, ASCU-ICFES, Bogotá, 1983.
11. Shallis, Michael, *El ídolo de silicio*, Salvat, Barcelona, 1986.
12. Ominami, C. et al, *El sistema internacional y la América Latina. La tercera revolución industrial, impactos económicos del actual viraje tecnológico*, Grupo Editor Latinoamericano, Buenos Aires, 1986.
13. Price, Derek J. de, “Ciencia y tecnología, distinciones e interrelaciones”, *Estudios sobre sociología de la ciencia*, Alianza Editorial, Madrid, 1972, p. 163.
14. Jones, Graham, *Ciencia y tecnología en los países en desarrollo*, Fondo de Cultura Económica, México, 1982, p. 23.
15. Padilla, *Op. Cit.*, p. 261.
16. Stroetmann, K. A., “La evaluación de la tecnología y de las políticas tecnológicas”, *Repercusiones sociales de la revolución científica y tecnológica*, Tecnos/Unesco, Madrid, 1982, p. 220.
17. Ladrière, *Op. Cit.*
18. Borrero, *Op. Cit.*
19. Habermas, Jurgen, “La ciencia y la tecnología como ideología”, *Estudios sobre sociología de la ciencia*, Alianza Editorial, Madrid, 1972, p. 344.
20. Drucker, Peter F., *Technology, Management and Society*, Harper and Row, New York 1970, p.62.
21. Gulder, Alvin W., *La dialéctica de la ideología y la tecnología*, Alianza Universidad, Madrid, 1978.
22. Lander, Edgardo, *La ciencia y la tecnología como asuntos políticos*, Editorial Nueva Sociedad, Caracas, 1994.
23. Gulder, *Op. Cit.*
24. Ladrière, *Op. cit.*
25. Feyerabend, Paul, *Contra el método*, Ediciones Orbis, Buenos Aires, 1984.
26. Mitcham, Carl, *¿Qué es la filosofía de la tecnología?*, Anthropos, Barcelona, 1989.