



POPPER, LA TECNOLOGÍA Y EL SISTEMA TÉCNICO

JUAN PABLO SOLARTE BURBANO*

doi: 10.11144/Javeriana.uph41-83.ptst

RESUMEN

El presente texto tiene dos propósitos principales. El primero, mostrar la importancia del sistema técnico al incorporar nuevas visiones para entender el comportamiento del ser humano en un mundo técnicamente modificado. El segundo, consecuencia del primero, es servir de base para incorporar, en trabajos posteriores, la visión del Mundo 3 de Popper, con la demarcación que se tiene de técnica y sistema técnico. Para ello, en primer lugar, se elaborará la definición de ciencias generalizadoras e históricas, y la visión reduccionista de Popper sobre la tecnología, para enmarcar los límites de este tipo de visión. En segundo lugar, se abordarán las nociones de “técnica” y “sistema técnico”. En tercer lugar, se precisarán algunas nociones sobre la tecnología, con el fin de vincular los aspectos estructurales y culturales de las definiciones tratadas. En cuarto lugar, se presentarán algunas particularidades de la técnica en relación con cuestiones éticas y su coligación con la naturaleza. En quinto lugar, se abordarán los elementos constitutivos de un sistema técnico. Finalmente, se recogerán algunas conclusiones sobre la relevancia de las invenciones tecnológicas y su influencia en las relaciones estructurales del ser humano.

Palabras clave: sistema técnico; ciencia; tecnología; sociedad; naturaleza

* Universidad del Valle, Cali, Colombia.

Correo electrónico: solarte.juan@correounivalle.edu.co

Para citar este artículo: Solarte Burbano, J. P. (2024). Popper, la tecnología y el sistema técnico. *Universitas Philosophica*, 41(83), 265-298. ISSN 0120-5323, ISSN en línea 2346-2426. doi: 10.11144/Javeriana.uph41-83.ptst

POPPER, TECHNOLOGY, AND THE TECHNICAL SYSTEM

ABSTRACT

The present text has two main purposes. The first one is to show the importance of the technical system in incorporating new perspectives to understand human behavior in a technically modified world. The second one, arising as a consequence of the first purpose, is to serve as a basis for incorporating, in subsequent works, Popper's vision of World 3, along with the demarcation of technique and the technical system. To do so, in the first place, the definition of generalizing and historical sciences will be presented, along with Popper's reductionist view of technology, in order to frame the limits of this perspective. Secondly, an approach to the notions of "technique" and the "technical system" will be made. Thirdly, some notions about technology will be specified, so as to link the structural and cultural aspects of the definitions discussed. Fourthly, some particularities of technique in relation to ethical issues and its connection to nature will be presented. Fifthly, the elements that constitute a technical system will be considered. Finally, some conclusions will be drawn on the relevance of technological inventions and their influence in the structural relations of the human being.

Keywords: technical system; science; technology; society; nature

1. Introducción

EN EL PENSAMIENTO DE POPPER, la técnica o tecnología (conceptos que no se distinguen claramente en su obra) ocupa un papel secundario en comparación con la ciencia. Aunque Popper no define explícitamente la diferencia entre ambos términos, se pueden identificar ciertos indicios que permiten diferenciarlos. La técnica, entendida de manera general como los aspectos artesanales y primigenios de las diferentes actividades del ser humano sobre la naturaleza, podría asociarse, según Popper (2008), *grosso modo*, con habilidades y procedimientos tácitos enfocados en tareas específicas. En contraste, la tecnología se interpreta como la articulación y el uso de condiciones iniciales orientados a alcanzar un conocimiento objetivo (“saber qué”) sobre un fenómeno determinado.

Si bien la tecnología influye en la sociedad, principalmente a través de teorías y dinámicas que buscan aumentar la eficiencia de las invenciones, desempeña un papel crucial en el avance del conocimiento y la práctica científica. Para Popper, la aplicación del conocimiento teórico implicaba necesariamente el uso de técnicas o tecnologías. En este sentido, “la técnica o la tecnología está interesada en aspectos particulares de ciertos fenómenos con fines prácticos, basada en conocimiento científico” (Burbano, 2019, p. 57).

Carl Mitcham (1989) clasifica la filosofía de la tecnología en dos tradiciones: (i) la filosofía de la ingeniería y (ii) la filosofía de las humanidades. Por su parte, Mumford (2006) analiza la evolución técnica a lo largo de diferentes épocas históricas, destacando la articulación de nuevos artefactos. Además, existen otras perspectivas sobre la técnica, como las epistémicas (Manuel Liz, 1995), cognitivas (Frederick Ferré, 1989), sociales (Ellul, 1954; Popper, 2008) y científicas (Bunge, 2017). El objetivo de este texto no es establecer distinciones tajantes, sino integrar los aspectos sociales, antropológicos, cognitivos y epistemológicos de la técnica en los diferentes mundos definidos por la teoría de Popper: el Mundo 1 (aspectos físicos), el Mundo 2 (aspectos psicológicos) y el Mundo 3 (universo del discurso).

El diseño de los aparatos tecnológicos desempeña un papel fundamental en el desarrollo del ser humano al controlar y diversificar su interacción con la naturaleza. Dichos aparatos permiten ampliar las formas de control y adaptación del medio natural, disminuyendo el tiempo de trabajo o integrando estrategias

de acción que se entrelazan con las dinámicas sociales. Estos desarrollos tecnológicos generan resultados que, debido a su avance exponencial, trascienden los fines iniciales, dando lugar a nuevos problemas sociales y éticos como entidades autónomas de los Mundos 1 y 3¹, según la teoría de Popper.

El propósito de este ensayo es analizar el reduccionismo presente en la visión de Popper sobre la técnica o la tecnología, conceptualizadas por él como meras aplicaciones de la teoría. Se busca subrayar este reduccionismo mediante la incorporación de diversas perspectivas sobre la técnica, destacando cómo el sistema técnico está intrínsecamente vinculado a la actividad humana. En este sentido, el ensayo pretende ofrecer indicios sobre la relevancia del sistema técnico para entender el comportamiento humano en un mundo transformado tecnológicamente, siempre evitando limitar la técnica o la tecnología a una simple derivación de la teoría.

A partir del análisis de Popper, este trabajo pretende delimitar el alcance del Mundo 3 y su relación con la técnica, específicamente con el sistema técnico. Dado lo amplio del tema, se propone abordar este análisis más detalladamente en un ensayo posterior, en el cual se profundice en cómo el Mundo 3, como producto de los Mundos 1 y Mundo 3, amplía las posibilidades de acción humana en la construcción de su entorno, su realidad y su propia existencia.

La reflexión sobre el Mundo 3, sin perder de vista los Mundos 1 y 2, facilita la comprensión de la importancia histórica y contemporánea de la técnica en el desarrollo del conocimiento científico. Esto incluye tanto la estructura de la ciencia como las dinámicas sociales asociadas a las invenciones tecnológicas. Un ejemplo claro es la capacidad creativa del ser humano para emplear los recursos naturales en la satisfacción de sus necesidades, conceptualizando la técnica como una forma de poder. Así, en un trabajo futuro, se realizará una descripción detallada del Mundo 3, con el objetivo de precisar la aplicación de la técnica en relación con sus particularidades. También se abordarán las interacciones entre los Mundos 2 y 3, y su vinculación con el sistema técnico, destacando el papel de la creatividad humana en estas interacciones y su impacto en la supervivencia y los proyectos de vida en un mundo tecnológicamente modificado.

1 Para consultar sobre la teoría de los tres mundos, véase Popper, 1994, y Burbano, 2019.

Este ensayo, por tanto, busca servir como una introducción para comprender la dinámica entre la ciencia, la técnica y el sistema técnico. Para lograr este objetivo, se plantean los siguientes pasos: en primer lugar, se definirá la noción de tecnología según Popper, lo que permitirá contrastarla con el sistema técnico. En segundo lugar, se abordará una aproximación preliminar a la concepción de la técnica y el sistema técnico, incorporando perspectivas que faciliten la comprensión del saber involucrado en la actividad tecnológica. En tercer lugar, se presentarán diversas definiciones de técnica y tecnología. En cuarto lugar, se analizarán aspectos éticos, naturales y sociales relacionados con el desarrollo tecnológico. En quinto lugar, se discutirán algunas consideraciones sobre el sistema técnico, vinculándolas con los puntos anteriores. Finalmente, se ofrecerá una conclusión que subrayará la relevancia de las invenciones tecnológicas y su influencia en las relaciones estructurales del ser humano.

2. Definición de la “tecnología” de Popper

EN ESTE APARTADO se analizan las ciencias generalizadoras, aplicadas e históricas para precisar sus objetivos y métodos. Las ciencias generalizadoras, como la física, la biología y la sociología, se centran en *leyes universales* y *enunciados generales*, buscando determinar su valor de verdad. Los enunciados singulares sirven como soporte para comprender y corroborar estas leyes generales (Popper, 1982, p. 425). Cuando el valor de verdad de una ley general es incierto, se emplean condiciones iniciales para contrastar la validez de las hipótesis. Así, los enunciados singulares sustentan la comprensión de los enunciados universales. Por otro lado, las ciencias aplicadas priorizan los enunciados singulares para predecir efectos específicos. Según Burbano (2019), “las leyes generales se toman como medios y no como fines para poder confirmar y corroborar la predicción de ciertos sucesos” (p. 29). Mientras que las ciencias generalizadoras buscan verificar leyes o hipótesis, las ciencias aplicadas se orientan hacia la predicción.

Las ciencias históricas, por su parte, se enfocan en explicar hechos específicos, adoptando leyes generales y otras leyes triviales de diversas ciencias para contextualizar el pasado. Estas ciencias no buscan establecer leyes generales universales, sino explicar eventos concretos en función de contextos históricos y la racionalidad humana.

Popper considera la tecnología como una *ciencia aplicada*, con lo que reduce la técnica a la aplicación de teorías. En contraste, la ciencia pura se fundamenta en teorías científicas concebidas como conjeturas informativas que, aunque no verificables directamente, pueden someterse a “severos test críticos” (Popper, 1991, p. 150). El investigador en ciencia pura sigue una concepción teleológica de la racionalidad científica, esforzándose por aproximarse a la verdad mediante un enfoque teórico y conceptual. Este trabajo incluye evaluar la consistencia interna de las teorías (ya sea como tautologías o contradicciones) y contrastarlas² externamente a través de la experimentación y la observación³. Tanto en la ciencia pura como en la aplicada, el espíritu crítico⁴ y el método de falsación son esenciales.

Por otro lado, la ciencia aplicada⁵, o tecnología, tiene como objetivo mejorar el bienestar humano mediante invenciones tecnológicas. Los investigadores en este ámbito orientan sus habilidades hacia este propósito, centrándose en procesos y prácticas que optimicen la eficiencia y la eficacia de los descubrimientos tecnológicos. La creatividad del investigador desempeña un papel crucial al diseñar y estructurar invenciones que, aunque basadas en conocimiento teórico, logran cumplir con parámetros que benefician a la sociedad “abierta”.

2 Popper (2008) describe cuatro facetas en el proceso de contrastación de teorías: primero, la comparación lógica de las conclusiones para evaluar la coherencia interna del sistema; segundo, el estudio de la forma lógica para determinar si la teoría es empírica o tautológica; tercero, si supera los contrastes, la comparación con otras teorías para verificar si representa un avance científico; y, finalmente, la contrastación mediante la aplicación empírica de las conclusiones deducidas de la teoría (pp. 39-40).

3 Popper aclara que la distinción entre términos observables (no teóricos) y términos teóricos es errónea, ya que todas las observaciones están influenciadas por teoría en algún grado. Afirma que los términos son teóricos en diversas medidas, de manera similar a como todas las teorías son conjeturas en diferentes grados (Popper, 1991, p.155).

4 La crítica es esencial en la actividad científica, ya que abarca todo el ámbito epistémico y práctico del ser humano. Popper sostiene que “la crítica y la discusión son absolutamente necesarias para reformar cualquier teoría” (Popper, 1991, p. 150). Por lo tanto, la racionalidad y libertad en el análisis de hechos, teorías y fenómenos fomentan una organización democrática y dialogal en la búsqueda de soluciones a los problemas tratados.

5 Bunge (2014) aborda el ciclo completo de la técnica y la ciencia en relación con sus objetivos: en la ciencia, se busca obtener una nueva comprensión cognitiva; en cambio, en la técnica el objetivo es alcanzar un producto material o un plan que asegure la realización de una actividad específica.

En este contexto, se puede inferir que, para Popper, *no existe una distinción clara entre técnica y tecnología*. Aunque no las define explícitamente como sinónimos, las aborda de manera similar, relacionándolas con el uso práctico del conocimiento científico. Para Popper, la técnica podría entenderse como parte de la tecnología, esto es, como el componente práctico de las teorías científicas que las convierte en aplicaciones útiles para la sociedad.

El proceso para probar teorías difiere de las reglas para el cálculo en tecnología. Mientras que la ciencia se somete a la falsación⁶, es decir, a pruebas diseñadas para refutar teorías, la tecnología emplea un proceso diferente: el enfoque práctico de su aplicabilidad. Según Popper (1991), una teoría puede seguir utilizándose después de ser refutada, siempre que sus límites explicativos y predictivos sean útiles para propósitos instrumentales. Sin embargo, un instrumento tecnológico es descartado si su propósito excede su dominio de aplicabilidad, aunque podría reutilizarse dependiendo del problema en cuestión. Así, “los instrumentos, y las teorías, en tanto son instrumentos, no pueden ser refutables” (Popper, 1991, p. 48).

Popper distingue dos tipos de predicción científica: la predicción de sucesos conocidos y la de sucesos desconocidos. La primera se refiere a eventos previamente observados o de los que se puede obtener información bajo ciertas condiciones, como tormentas o eclipses. La segunda abarca la creación de fenómenos nuevos, como el rayo láser o la inteligencia artificial.

Popper define la tecnología o ciencia aplicada⁷ con un carácter teleológico, donde el propósito de su utilidad ya está establecido. En este sentido, tanto los instrumentos como las teorías, si se consideran instrumentos, están vinculados

6 Popper ve el método de falsación como un criterio de demarcación, no de sentido. Esto implica que la falsabilidad distingue entre enunciados falsables y no falsables dentro del lenguaje con sentido, pero no define el significado de estos enunciados. Según Popper, “la falsabilidad separa dos tipos de enunciados perfectamente dotados de sentido, los falsables y no falsables: traza una línea dentro del lenguaje con sentido, no alrededor de él” (Popper, 2008, p. 50).

7 Según Bunge (2014), tanto la ciencia pura como la aplicada se enfocan en problemas cognoscitivos, mientras que la técnica aborda cuestiones prácticas. La técnica se basa en observaciones y experimentos para formular problemas y se concentra en aspectos controlables y aplicables para desarrollar nuevos artefactos o métodos, sin centrarse en leyes generales o teorías abstractas. Utiliza conocimientos científicos para diseñar artefactos y planificar acciones con valor práctico, y requiere un entorno empírico para verificar la viabilidad de estos diseños (pp. 31-32).

a la predicción de sucesos conocidos. Es decir, la tecnología desarrolla procesos que potencian la explicación de eventos conocidos más que el descubrimiento de nuevos fenómenos. Por el contrario, la ciencia, a través del método de falsación, contribuye al descubrimiento de nuevos conocimientos.

En este marco, Popper asigna a la teoría un papel fundamental en la investigación científica, mientras que la ciencia aplicada se limita a predecir eventos ya descubiertos dentro de un esquema metodológico. Aunque la tecnología puede contribuir a descubrimientos mediante artefactos o invenciones, estos descubrimientos, según Popper, están guiados por teorías preexistentes: “Los descubrimientos están guiados por la teoría [...]; las teorías no son el resultado de descubrimientos debido a la observación, pues la misma observación está guiada por la teoría” (Popper, 1991, p. 154)⁸.

La definición de ciencia aplicada de Popper parece limitada. Aunque diluye parcialmente la distinción trazada por los instrumentalistas y adapta el instrumentalismo a la tecnología, subestima el papel de esta última en la investigación científica, relegándola a un medio para reglas de cálculo que predicen eventos dados y que se guía bajo un marco teórico preestablecido, sea exitoso o no.

3. Consideraciones previas sobre los conceptos de técnica y tecnología

EN LOS SIGUIENTES TEXTOS se abordarán diversos aspectos relacionados con la técnica y el conocimiento en el ámbito científico y tecnológico. Se comenzará con un análisis de la técnica humana, explorando su evolución desde la hominización hasta su manifestación en el desarrollo de sistemas técnicos complejos. Se destacarán las interacciones entre el ser humano y su entorno, resaltando cómo la tecnología ha transformado la relación con el medio ambiente y facilitado avances en la eficiencia del trabajo. A continuación, se discutirá la distinción entre “saber qué” y “saber cómo”, explorando cómo estos conceptos se vinculan con las habilidades prácticas y la comprensión teórica en el ámbito de la ciencia y la tecnología. Finalmente, se presentará una clasificación del conocimiento en la actividad científica, detallando cómo diferentes tipos de saberes se aplican en

8 Sobre el tema de la observación y la carga teórica, véase Hanson, 1958, y Hacking, 1996.

los procesos técnicos y científicos. Estos enfoques proporcionarán una visión integral de la evolución y el impacto de la tecnología en nuestra sociedad y en las actividades científicas.

3.1 TÉCNICA Y ACERCAMIENTO AL SISTEMA TÉCNICO

LA TÉCNICA DEL SER HUMANO se ha venido desarrollando a lo largo de los siglos. Así, el cambio físico y mental del ser humano ha tenido un efecto trascendental en la forma en que adapta los medios a sus necesidades e intereses. El tema en consideración parte de la hominización, centrando el foco en las fuentes que contribuyen a este proceso. Aunque los factores o elementos que potencian el desarrollo y su importancia varían según los criterios de selección adjudicados a la cultura en la que se encuentra inmerso el ser humano, se pueden mencionar, no obstante, ciertas características que sobresalen: sociabilidad, capacidades lingüísticas y capacidades técnicas (García Palacios *et al.*, 2001).

El choque de culturas y la intensa imbricación del ser humano con la naturaleza han potenciado y diversificado la forma en que interactúa con el medio ambiente. Además, la organización y especialización en diferentes grados y habilidades ha dado lugar a nuevas invenciones que contribuyen a disminuir el trabajo meramente manual. La materialización del ser humano como herramienta ha disminuido notablemente, llegando incluso a que el *homo sapiens* sea, ante todo, un *homo faber*, es decir, un hombre que hace (García Palacios *et al.*, 2001). En ese sentido, hay que precisar que, aunque hay un saber hacer involucrado en la actividad del ser humano a la hora de transformar su entorno, este se liga con un aspecto cognitivo (creativo) y metódico.

La tecnología tiene dos significados: uno relacionado con la técnica artesanal y manual, y otro con la aplicación de la ciencia. En tal caso, se enfoca el análisis en la definición tradicional de tecnología como ciencia aplicada para incluir un “sistema técnico” que integra subsistemas que estructuran la actividad científica, otorgando autonomía a los sistemas técnicos más allá de su dependencia del conocimiento científico. Staudenmaier (1985)⁹ identifica cuatro características

9 En el tercer capítulo de *Technology's Storytellers* (Staudenmaier, 1985) se especifican las características de la tecnología, la ciencia y el conocimiento tecnológico.

clave de la tecnología: los conceptos científicos influenciados por la práctica tecnológica, los datos problemáticos que surgen en los procesos tecnológicos, la teoría de la ingeniería que busca resolver problemas abstractos, y las habilidades disposicionales necesarias para la resolución de problemas y el diseño de aparatos.

La tecnología se concibe como un sistema que abarca aspectos abstractos y concretos, incluyendo materiales, organización e información. Estos sistemas no solo dependen de la relación entre subsistemas, sino también de la sistematización de procesos materiales y epistémicos para mejorar la eficiencia del trabajo. La tecnología se describe como “una colección de sistemas diseñados para realizar alguna función” (García Palacios *et al.*, 2001, p. 42). Los criterios para tomar decisiones varían según la disciplina, y la eficiencia o utilidad pueden no ser siempre el objetivo final, dependiendo del contexto, como en los sistemas biológicos, económicos o sociales, donde el impacto en el ser humano y el medio ambiente también es considerado.

Se destacan varias características clave del sistema técnico o tecnológico, basadas en las distinciones que realizan García Palacios *et al.* (2001) a partir de los aportes de Quintanilla (2005): *realizabilidad, carácter sistemático, heterogeneidad, relación con la ciencia, división del trabajo*¹⁰, *control y mayor innovación de los procesos sistémicos*. La realizabilidad se refiere a las particularidades necesarias para la ejecución técnica, incluyendo aspectos como tiempo, lugar, agente y contexto. El carácter sistemático involucra la organización y las interrelaciones entre los elementos del sistema en un entorno socio-técnico complejo, similar al Mundo 3 de Popper (1994), donde se observa la autonomía y capacidad de innovación de los sistemas tecnológicos.

La heterogeneidad en los sistemas tecnológicos permite la integración de elementos diversos que se ensamblan bajo una estructura común, posibilitando configuraciones flexibles y adaptativas en la creación de otros sistemas. La relación con la ciencia impulsa el desarrollo de aparatos tecnológicos y técnicas en

10 La división del trabajo, impulsada por el intercambio comercial, ha facilitado el progreso humano al diversificar oficios y mercados. Smith (1996) afirma que los humanos intercambian objetos según necesidad, lo que expande mercados y fomenta la especialización. Esta especialización mejora la destreza, reduce el tiempo en tareas múltiples y aumenta la eficiencia mediante el uso de máquinas (Smith, 1996, pp. 30-31).

áreas sociales, biológicas e informáticas, enfatizando que “la ciencia no es tan útil por lo que nos cuente sobre la realidad natural, sino porque nos anticipa sobre la realidad que tecnológicamente podemos construir” (Gordillo, 2001, p. 92). La división del trabajo se considera una consecuencia natural del progreso y la evolución del espíritu inventivo del ser humano, facilitando la interacción entre subsistemas y la expansión del mercado. Finalmente, el control y la mayor sistematización de elementos reflejan la importancia de los desarrollos tecnológicos en la sociedad actual, donde la producción en masa y la gestión eficiente son esenciales para satisfacer nuevas necesidades y deseos, e impulsan avances en técnicas de control y gestión.

La práctica tecnológica se basa en la organización y esquematización de la acción intencional. Incluye un sistema de relaciones entre los agentes y el sistema material, integrando la técnica en diferentes dimensiones. La práctica tecnológica implica un ensamblaje de elementos naturales y diversas concepciones de control y organización, que modifica la cultura inmersa en estos sistemas. Un sistema social puede enfrentar limitaciones en la práctica tecnológica debido al ritmo del progreso y al desarrollo conceptual y práctico del ser humano. Aunque la autonomía de ciertos subsistemas puede revelar dinámicas inesperadas (la bomba atómica puede ser un ejemplo de ello), se presenta la tesis de la neutralidad valorativa¹¹ de la ciencia, pues la concepción axiomática de la ciencia no contempla juicios valorativos, ya que no es mala ni buena *per se*, sino que su uso es el que puede catalogarse como beneficioso o perjudicial. Sin embargo, el sujeto hace parte del sistema, por lo que la responsabilidad recaería en el sistema en consideración y, en ese sentido, en las relaciones que se presentan entre el sujeto y el objeto o instrumento involucrado, bien sea de orden social, biológico, natural o netamente tecnológico.

3.2 ACERCAMIENTO AL SABER QUÉ Y AL SABER CÓMO

EL “SABER QUÉ” Y EL “SABER CÓMO” se relacionan con la interacción entre el agente y las proposiciones (hecho) o disposiciones (habilidad). El “saber qué”

11 Para un acercamiento al tema de la neutralidad ética, véase Olivé, 2000 y 2007.

se refiere al conocimiento de proposiciones, mientras que el “saber cómo” está relacionado con habilidades prácticas y disposiciones. Según Damschen (2011), el “saber cómo” expresa la relación entre un agente y un conjunto de habilidades, a diferencia del “saber qué”, que se enfoca en la relación entre un agente y una proposición. Conocer un tema (saber qué) no implica necesariamente saber cómo aplicarlo en la práctica (saber cómo). Por ejemplo, un físico teórico puede no tener las habilidades prácticas de un físico experimental. El “saber cómo” implica que, para ejercer una habilidad, deben cumplirse ciertas condiciones (Damschen, 2011, p. 196). Esto se relaciona con la potencialidad de un objeto o sujeto que posee una propiedad disposicional (Ryle, 2005). De este modo, se presentan dos aspectos: el primero, el poseer la cualidad, que puede ser intrínseco a un objeto o adquirirse a partir de determinados aspectos en el sujeto; el segundo, hace referencia a las condiciones bajo las cuales se consolida la propiedad que posee y se materializa¹².

La distinción entre “saber cómo” y “saber qué” puede ser confusa, ya que la habilidad también involucra aspectos proposicionales en la organización y metodología de trabajo. Damschen (2011) identifica tres sentidos del “saber cómo”: (i) la disposición de un agente para realizar una actividad (“saber-cómo”); (ii) la capacidad de organizar y estructurar los pasos para realizar la actividad (“saber cómo”); y (iii) una combinación de ambos, conocido como “saber-cómo”. Este enfoque híbrido abarca tanto aspectos disposicionales como proposicionales, según las intenciones y estados del agente. El “saber cómo” no debe confundirse con el “saber qué”, porque la intención y las cualidades del agente (internas y externas) afectan la aplicación de las habilidades en un tiempo y lugar específicos. El “saber cómo” implica no solo una habilidad o aspecto disposicional adquirido tras un aprendizaje previo, sino también la consideración de condiciones externas e internas para su ejecución precisa. Además, existen diferentes niveles de

12 Ryle (2005) no detalla características específicas del “saber-cómo” sino que su objetivo es desafiar la leyenda intelectualista, que sostiene que toda acción inteligente está precedida por proposiciones que indican cómo ejecutarla. Ryle argumenta que se pueden realizar acciones inteligentes sin necesidad de tales proposiciones (Ryle, 2005). La ejecución efectiva de una acción no requiere necesariamente una proposición lógica previa. Como afirma Ryle, “pensar en lo que estoy haciendo no connota pensar en lo que debo hacer y hacerlo” (Ryle, 2005, p. 30).

“saber cómo” que determinan el éxito o fracaso de la acción, según la viabilidad corporal y las condiciones externas.

Damschen (2011) afirma que el “saber cómo” no solo involucra la disposición del agente, sino también una actitud consciente y controlada hacia un fin. Los robots u otras entidades no corpóreas, aunque puedan realizar ciertas actividades, no tienen el acto intencional de la acción, lo que puede limitar su éxito. Según Damschen (2011), el “saber cómo” es una “habilidad personal, encarnada y situada para realizar una acción con éxito” (p. 197). Las acciones pueden realizarse sin conciencia plena, como en hábitos adquiridos, a diferencia de las acciones inteligentes¹³, que se modifican por experiencias previas, como señala Ryle (2005). Así, siguiendo a Noë (2005), el saber práctico tiene cuatro características: (i) es personal, ya que no se da indirectamente al sujeto; (ii) es corporeizado, lo que significa que requiere un cuerpo o destreza física; (iii) es situado, es decir, condicionado por el entorno y los instrumentos disponibles; (iv) tiene éxito, esto es, se espera que el conocimiento práctico sea consciente, eficiente y exitoso en su aplicación disposicional y proposicional.

3.3 CONOCIMIENTO EN LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA

A CONTINUACIÓN SE EXPONE la clasificación presentada por García Palacios *et al.* (2001) en relación con el esquema propuesto por Bunge (1967) y Mitcham (1994)¹⁴ sobre el conocimiento en las actividades científicas. Este conocimiento comprende: (i) habilidades técnicas, (ii) máximas técnicas, (iii) leyes descriptivas, (iv) reglas tecnológicas, y (v) teorías tecnológicas. Así, la primera se relaciona con el saber cómo o saber disposicional, es decir, conocimiento operacional, que, entre otras cosas, no es formalizable. Es una habilidad. Las máximas

13 Según Ryle (2005), la inteligencia se manifiesta en la responsabilidad por las acciones, y en la capacidad de detectar y resolver problemas para alcanzar el éxito. Esto incluye aprender de los errores propios y de los fracasos y éxitos de otros.

14 Mitcham clasifica la visión de la técnica en tres perspectivas: el escepticismo antiguo, que la ve como inferior al conocimiento teórico; el optimismo ilustrado, que la considera en correlación positiva con la ciencia para el progreso humano; y el desasosiego romántico, que advierte que un avance excesivo de la técnica podría amenazar la razón y autonomía humanas (Gordillo, 2001, pp. 84-86).

técnicas, en segundo lugar, se estructuran como las instrucciones que se deben seguir para conseguir éxito en el procedimiento a realizar, y transmiten información “–oral u escrita– constituyendo “un saber cómo modificado” (García Palacios *et al.*, 2001, p. 45). En tercer lugar, las leyes descriptivas son generalidades que surgen a partir de la experiencia; se validan mediante la contrastación empírica. Así, “son semejantes a las leyes científicas, explícitamente descriptivas e implícitamente prescriptivas para la acción” (García Palacios *et al.*, 2001, p. 45). En cuarto lugar, tenemos las reglas tecnológicas, que se toman como las pautas que debe seguir un agente para lograr, mediante un conjunto de acciones finitas, lo que desea realizar. Por último, contemplamos las teorías tecnológicas, que se vinculan con la acción, tanto en su proceso como en su consecución final.

Así, presentamos dos perspectivas: a saber, sustitutivas y operativas. La primera, respecto a la aplicación práctica de las teorías científicas; la segunda, referente a la organización e interacción que tiene el agente en la actividad específica que realiza, dada principalmente en la investigación aplicada (García Palacios *et al.*, 2001). El tipo de conocimiento inscrito en las actividades científicas y tecnológicas influye en la forma como trabajamos, pues, a partir de los tipos de saber, podemos enmarcar, de forma más precisa, las condiciones dispuestas para que se desarrolle cada saber de acuerdo con la actividad que se realiza.

Las anteriores consideraciones han brindado una panorámica y una formulación de los aspectos que implica la actividad técnica, aludiendo, en principio, a la definición de Popper; luego, a un acercamiento sobre la técnica y el sistema técnico; y, por último, acoplando el tipo de saber dado en las actividades teóricas y prácticas. Enseguida, se establecerá un panorama sobre algunas concepciones del concepto de tecnología.

4. Algunas definiciones del concepto de tecnología

LA TRADICIÓN DEL ESTUDIO SOBRE LA NATURALEZA DE LA TECNOLOGÍA es reciente y se centra en su estructura, problemas e intereses. En este contexto, se abordarán dos perspectivas: la ingenieril y la humanística. La primera, desarrollada a mediados del siglo XVII por Ernst Rapp (1981), Peter K. Engelmeier (1912) y Friedrich Dessauer (1956), considera la tecnología como una proyección de

los organismos humanos¹⁵. Rapp, por ejemplo, vinculó los instrumentos con los órganos humanos (García Palacios *et al.*, 2001). Según Mitcham (1994), Engelmeier subrayó la responsabilidad de ingenieros y técnicos en el desarrollo tecnológico, abogando por un enfoque interdisciplinario que contemple la responsabilidad social. Aunque Engelmeier (1912) y Miguel Ángel Quintanilla (2005) coinciden en la necesidad de asociar la tecnología con la sociedad, el primero limita su análisis al criterio de utilidad económica y sobreestima el papel del técnico, restando importancia a la creciente influencia de políticos¹⁶, abogados y economistas en el desarrollo científico-tecnológico.

Dessauer (1956), en su libro *Discusiones sobre la técnica*, buscaba ofrecer un análisis kantiano de las predicciones transculturales del poder tecnológico y reflexionar sobre las implicaciones éticas de su aplicación (Mitcham, 1989, p. 51). Este autor destaca una armonía entre la creación tecnológica y las leyes de la naturaleza (García Palacios *et al.*, 2001), y propone añadir una crítica a las planteadas por Kant, enfocándose en la actividad tecnológica y en la relación entre el saber cómo y las cosas-en-sí, especialmente a partir de la invención. La esencia de la tecnología, según Dessauer, reside en el acto de creación técnica, no en la manufactura industrial ni en los productos (Mitcham, 1989, p. 47). La creación técnica¹⁷ se vincula con las leyes naturales y el proceso de elaboración para cumplir con los deseos humanos. Este proceso permite al ser humano entender y concretar posibilidades abstractas en realidades concretas¹⁸. Aunque Dessauer subraya

15 Es pertinente decir que Aristóteles (y, eventualmente, Ralph Waldo Emerson) también toma a los artefactos e instrumentos como existencias corporales del ser humano. Sin embargo, es Kapp quien incorpora un análisis más prolijo a este tema (Mitcham, 1989, pp. 29-30).

16 Popper (1982) sostiene que el político debe centrarse en combatir los males, no en promover valores como la felicidad. En cambio, el maestro debe incentivar el interés por valores superiores sin imponer su propio esquema de valores.

17 Ortega y Gasset (1939), en *Meditaciones de la técnica*, argumenta que el avance tecnológico ha reducido el impacto del proceso creativo humano al limitar su campo de visión en invenciones. Sin embargo, creo que este crecimiento tecnológico, en realidad, amplía el espíritu inventivo y potencia la imaginación, aunque ciertos patrones aún determinan monótonamente los proyectos e inversiones tecnológicas.

18 En este caso, se da importancia al investigador y, en especial, al espíritu inventivo y creador que debe contemplar y potenciar en aras de ampliar el espectro de soluciones de los problemas o diseños a tratar.

que la elaboración está influenciada por soluciones previas, considera que la imaginación sigue siendo crucial para idealizar y diseñar (Mitcham, 1989).

La filosofía humanística se centra en las consecuencias de las invenciones tecnológicas, en lugar de su estructura y naturaleza, como lo hace la visión ingenieril. Mumford (1992), en *Técnica y civilización*, propone una evolución histórica de la técnica en tres etapas. La primera, eotécnica (1000-1750), se caracteriza por el uso pasivo de materiales y habilidades limitadas, y alcanza su apogeo en el siglo XVII con la ciencia experimental, que permitió avances en la tecnología y las matemáticas. La segunda etapa, paleotécnica (1750-1900), se distingue por una interacción más amplia con la naturaleza, el uso diversificado de materias primas y la aplicación del conocimiento acumulado para nuevos diseños. La tercera etapa, neotécnica (1900-hasta hoy), busca un control óptimo de los recursos naturales y una expansión global de las tecnologías. Según Mumford (1992), el desarrollo de la máquina moderna varió según las circunstancias locales y culturales, lo que influyó en las habilidades conceptuales y prácticas en cada fase.

Por ello, para este autor, cada fase del desarrollo técnico presenta particularidades relacionadas con los recursos y conocimientos disponibles. En la fase eotécnica, el complejo técnico está basado en agua y madera; en la paleotécnica, en carbón y hierro; y en la neotécnica, en electricidad y aleación (Mumford, 1992). Cada etapa aprovecha las habilidades humanas y las condiciones geográficas y económicas de su tiempo, sin considerar las limitaciones como una disminución de la capacidad inventiva: “cuando las condiciones materiales y sociales lo permiten, los inventores aparecen pronto: la necesidad agudiza el ingenio” (Gordillo, 2001, p. 90).

Las relaciones entre humanos y naturaleza¹⁹ han evolucionado desde un uso más equilibrado de los recursos en las fases eotécnica y paleotécnica hacia una explotación más desproporcionada en la neotécnica. Aunque se ha incrementado el conocimiento sobre el desgaste de los recursos naturales, la implementación masiva de tecnología ha llevado a una lucha constante entre la biosfera y la tecnosfera, *i. e.*, entre la naturaleza y el sistema tecnológico creado por el ser humano.

19 Para Mumford, el desarrollo de herramientas está ligado al auge cultural y social, y el ser humano es más un *homo sapiens* que un *homo faber*. Los instrumentos son auxiliares en el desarrollo y trascienden los recursos naturales (Mitcham, 1989). Aunque las nuevas tecnologías amplían los diseños, son principalmente una extensión del pensamiento humano.

Mumford divide la evolución técnica, dada en tres etapas, en dos fases o vertientes principales en aras de ampliar y demarcar el concepto de megamáquina. Así, la primera, denominada politécnica, presenta una relación baja con la naturaleza y un enfoque de conservación de recursos; aunque con atisbos de explotación. Las fases siguientes, paleotécnica y neotécnica, se clasifican como monotécnicas o tecnologías autoritarias (García Palacios *et al.*, 2001). En la última fase (esto es, en las dos etapas finales) el avance técnico ha superado los límites de conservación ambiental. Sin embargo, la fase neotécnica no está vinculada directamente con el conocimiento científico de la revolución industrial, sino que introduce el concepto de megamáquina, descrita como una “organización social rígida y jerárquica” (García Palacios *et al.*, 2001).

La megamáquina es una combinación de cuerpos o sistemas organizados para realizar tareas uniformes y repetitivas (Mumford, 2011). Este esquema de relaciones sociales coordina procesos de invención para consolidar el control tecnológico, automatizando las acciones humanas. Sin embargo, Mumford (2011) advierte que la megamáquina puede tener desventajas, como el poder exacerbado o la falta de adaptación a los rápidos avances tecnológicos. El grado de control y masificación de las megamáquinas, desde los ejércitos de la Antigüedad hasta las grandes construcciones como las pirámides de Egipto o la Gran Muralla China, marca la diferencia entre épocas históricas (García Palacios *et al.*, 2001). fueron posibles gracias a la organización sistemática de la mano de obra y el uso de técnicas de la época, permitiendo a las civilizaciones expandir sus capacidades y superar los límites de su tiempo.

En la actualidad, el concepto de megamáquina no solo está vinculado a la organización del trabajo físico, sino también a la integración de tecnologías de control y automatización, las cuales, a su vez, nos presentan nuevos desafíos y oportunidades. Así, como en las épocas históricas mencionadas, los retos actuales de la tecnología y la automatización continúan diluyendo los límites tradicionales (hidroeléctricas, plantas nucleares, redes de telecomunicación, computadores cuánticos, entre otros), pero también abren nuevas preguntas sobre el equilibrio entre el progreso y sus efectos en la sociedad.

Mumford (2006) distingue entre dos tipos de tecnologías desde la época neolítica: autoritaria y democrática, que se corresponden con las fases monotécnica y politécnica, respectivamente. Las tecnologías democráticas se centran en

el uso principal de la mano de obra humana o animal y utensilios movidos por el hombre; y el uso mesurado de los recursos naturales. En contraste, las tecnologías autoritarias se basan en un sistema técnico y social donde el hombre es un componente del sistema y se realiza un uso masivo de los recursos naturales. La tecnología autoritaria ha perdurado gracias a la capacidad de proporcionar productos necesarios para los individuos según el contexto, aunque esta capacidad está limitada por el sistema y las regulaciones impuestas por un contrato social democrático-autoritario (Mumford, 2006). A pesar de la posibilidad de acceso a abundantes productos con recursos suficientes, la tecnología autoritaria crea un sistema donde los productos se ajustan a un todo artificial y orgánico, con el ser humano integrado en el sistema técnico como un componente de la máquina.

Ortega y Gasset (1939), en *Meditaciones de la técnica*, define la técnica como un “saber cómo” o habilidad, relacionada con los procesos adecuados para alcanzar un fin. Esta definición no solo abarca el saber práctico, sino también las disonancias entre el ser humano y la técnica²⁰. Según el filósofo español, la técnica transforma la naturaleza para satisfacer necesidades y deseos humanos, adaptando el medio al sujeto en lugar de adaptar el sujeto al medio (Ortega y Gasset, 1938, p. 8). Así, Ortega y Gasset (1939)²¹ presenta un proceso de invención en dos etapas, similar al de Dessauer²². La primera etapa es la proyección imaginativa de la creación deseada, y la segunda es la consecución final de esa proyección. Este proceso implica una secuencia ordenada de acciones que puede culminar

20 Ortega y Gasset (1939) resume ciertas características de la técnica. Así, menciona que no hay hombre sin técnica, que la técnica varía de acuerdo a la cultura y a las particularidades que presente el hombre en la época y, por último, señala se puede presentar un cúmulo de conocimientos que propicie un mejor desenvolvimiento de las próximas invenciones técnicas.

21 Al contrario que en Mumford, en Ortega y Gasset se da primacía al *homo faber*; pues se entiende la técnica más como un “saber cómo”, una habilidad: un saber disposicional. Sin embargo, anexa una ampliación de este, al incorporar un saber hacer en términos creativos y prácticos, que constituyen, a partir de la transformación de la realidad, la existencia del ser humano.

22 Así, el concepto de elaboración en Dessauer nos relaciona con las cosas en sí de los objetos técnicos; donde la invención como herramienta creativa no está en el mundo de manera previa y, cuando aparece, se relaciona con las soluciones de los fenómenos que se estudian, y sobre los que se espera lograr un objetivo (Mitcham, 1989, p. 47).

en un proceso creativo, permitiendo la aparición de diferentes técnicas según la acción deseada y las habilidades creativas del ser humano.

Ortega y Gasset (1939) parte de un principio rector para entender la periodización de la evolución de la técnica, que es la relación del ser humano con la técnica, por lo que procura entender esta relación en un sentido amplio, tanto en su primigeniedad como en su evolución exponencial. De este modo, traza tres estadios en la evolución de la técnica; a saber: (i) la técnica del azar; (ii) la técnica del artesano; y (iii) la técnica del técnico (p. 28).

En la primera etapa, el ser humano realiza actos técnicos sin planificación ni conciencia, actuando de forma esporádica y sin una organización previa: “los actos técnicos se desperdician y sumergen en el conjunto de sus actos naturales y se presentan a su mente como perteneciendo a su vida no técnica” (Ortega y Gasset, 1939, p. 28). La segunda etapa se caracteriza por la especialización en habilidades y el rol dual del artesano como diseñador y operario. En esta fase, el aprendizaje técnico se basa en la tradición y no en la innovación consciente: “el aprendizaje de la técnica es la adquisición de pautas de una tradición secular más que la tendencia a innovar o inventar conscientemente nuevas formas técnicas” (Gordillo, 2001, p. 77). A pesar del crecimiento de los actos técnicos²³, el artesano no concibe la invención radicalmente: “no se concibe la conciencia del invento” (Ortega y Gasset, 1939, p. 30). En la tercera etapa, la máquina comienza a sustituir al trabajador, tanto parcial como totalmente. Esta etapa marca una separación clara “entre el diseñador y quien ejecuta la acción” (Ortega y Gasset, 1939, p. 31). Esta fase redefine las capacidades individuales y establece relaciones artificiales para controlar la naturaleza, con la técnica entendida como una “reforma de la naturaleza” que busca anular las necesidades humanas a través de la satisfacción de controlar y amoldar la naturaleza (Ortega y Gasset, 1939).

La tecnología (la técnica en general, en el sentido de Ortega y Gasset), en esta última etapa, configura la forma de vida del ser humano, al punto de llevar a un desarrollo autónomo y artificial de las relaciones sociales. Así, la consecución final de las creaciones de los artefactos se da en la organización y estructura de

23 Ortega y Gasset (1939) entiende los actos técnicos como los esfuerzos realizados por crear algo nuevo, con lo que, luego de seguir un proceso, es posible ejecutar una actividad deseada.

una visión de la tecnosfera, donde se ha configurado una estructura artificial de manera natural. Es así como:

en la técnica del técnico la realidad está técnicamente transformada y el ser humano ya no vive en la naturaleza ni puede volver a ella, sino que entre la naturaleza y el ser humano se ha construido una sobrenaturaleza técnica de la que el ser humano ya no puede prescindir (Gordillo, 2001, p.79).

Las posibilidades que ofrece el mundo artificial han llevado a Ortega y Gasset (1939) a señalar que el ser humano ha limitado su imaginación para encontrar soluciones. Según él, el ser humano está “azorado precisamente por la conciencia de su principal limitación” (Ortega y Gasset, 1939, p. 31), abrumado por las posibilidades tecnológicas y sucumbiendo ante los artificios del mundo tecnificado (p. 31). Esta sobreabundancia de actos técnicos y sus potenciales para estructurar la realidad impide una comprensión plena del sentido de la vida y del proyecto vital del ser humano. Sin embargo, la creatividad personal se ve enriquecida por una organización tecnocientífica²⁴ y dinámica social, donde el trabajo en conjunto permite superar los límites conceptuales y prácticos de la investigación científica. Los avances en artefactos tecnológicos, por ejemplo, han desafiado teorías científicas y resuelto problemas empíricos, evidenciando la “frontera difusa entre las tecnologías materiales y la vida social” que se percibe al ampliar el concepto de técnica y artefacto a formas de organización social igualmente artificiales (Gordillo, 2001, p. 69).

Desde un contexto ontológico, Ortega y Gasset (1939) afirma que “al hombre le es dada la abstracta posibilidad de existir, pero no le es dada la realidad” (Ortega y Gasset, 1939, p. 15). El ser humano es consciente de su incompletitud y busca construir un mundo que minimice el desperdicio de energía y satisfaga sus necesidades. Este proceso de convertirse en un ser “completo” es una pretensión que se adapta a las circunstancias y atributos naturales, permitiendo al ser humano realizar su realidad de acuerdo con lo que considere necesario y disponer de una tarea extranatural para lograrlo. La construcción de ese mundo no es

24 Después de la Segunda Guerra Mundial, la tecnología fue descuidada debido al enfoque en la teoría. Bruno Latour (1992) introdujo los conceptos de “tecnociencia” y “actor-red” para mostrar cómo la tecnología actúa como un agente en la ciencia, considerando tanto a humanos como a no-humanos “actantes” en el proceso (Echeverría, 2010, pp. 35-36).

un proceso automático o dado, sino una “tarea” continua que implica esfuerzo, reflexión y adaptación. Es un trabajo constante que el ser humano debe realizar para dar sentido a su existencia y satisfacer sus necesidades. Y es “extranatural” porque se sale del proceder biológico o instintivo, en tanto que el ser humano busca trascender su condición humana, su existencia misma, por medio de un nivel de creatividad, imaginación y reflexión que supere los umbrales biológicos y que ahonde en un ambiente cultural, intelectual y espiritual.

En la línea humanista, Heidegger (1954), en su texto *Sobre la pregunta por la técnica*, ofrece una interpretación ontológica del ser humano y la técnica, explorando su relación con la cuestión del ser. Heidegger distingue entre la técnica antigua y la técnica moderna. La técnica antigua se adapta pasivamente a los recursos naturales sin potencializar o almacenar energía para usos futuros, mientras que la técnica moderna se caracteriza por su capacidad de provocar y almacenar energía, transformando la naturaleza constante y activamente: “en la técnica moderna se da un constante solicitar, un provocar. La tecnología moderna desafía la naturaleza” (García Palacios *et al.*, 2001, p. 57).

Según Mitcham (1989), Heidegger critica cómo la técnica moderna crea objetos que no se integran con la naturaleza, produciendo en cambio un mundo de “objetos de consumo disponibles” (p. 74). Esta creación masificada resulta en un uso de los artefactos que, a menudo, va más allá de su finalidad original, al ser ajustados a variables sociales o decorativas. Heidegger sugiere que la tecnología debería ser vista como una “tecnología científica”, reflejando una objetivación del mundo natural que ignora su orden y estructura (Mitcham, 1989).

Jacques Ellul (1954), desde un enfoque social, distingue entre las operaciones tecnológicas y el fenómeno tecnológico. Las operaciones tecnológicas se refieren a tipos específicos de tecnología, mientras que el fenómeno tecnológico abarca las especificaciones que permiten controlar diversas actividades de la vida. Esto se relaciona con las perspectivas de Ortega y Gasset, Mumford y Heidegger: Ortega y Gasset, con su visión antropológica, vincula las primeras etapas (técnica del azar y del artesano) con tecnologías operativas, mientras que la técnica del técnico corresponde al fenómeno tecnológico. Mumford, desde una perspectiva antropológica y social, asocia la fase eotécnica con la técnica antigua, y las fases paleotécnica y neotécnica con las técnicas modernas. Heidegger, con su enfoque ontológico, relaciona el *Gestell* con la dominación y resistencia

del fenómeno técnico frente a actividades no técnicas (García Palacios *et al.*, 2001; Mitcham, 1989).

4. Particularidades de la técnica

EN ESTE APARTADO se abordarán los aspectos éticos relacionados con las interacciones entre la ciencia, la técnica y la sociedad, especialmente a partir de la Segunda Guerra Mundial, cuando se dieron transformaciones clave en la relación de estas áreas. Se explorarán las implicaciones de la evaluación ética de las tecnologías y el cambio en el modelo de evaluación, destacando la transición de una evaluación centrada solo en la eficiencia hacia una más integral que considera el impacto social y moral de la técnica. Además, se discutirá la evolución de la ciencia y la técnica en su vínculo con la sociedad y la naturaleza, analizando cómo la técnica, en su relación con la filosofía y la ideología, modifica nuestra percepción del mundo y de nosotros mismos, estableciendo un nuevo entramado entre lo natural, lo artificial y las relaciones sociales. Finalmente, se reflexionará sobre cómo estos desarrollos han creado una realidad donde la autonomía humana se ve limitada por el avance tecnológico, sin llegar a un determinismo absoluto, pero sí con un impacto profundo en las estructuras sociales y culturales.

4.1 ASPECTOS ÉTICOS

LAS RELACIONES ENTRE CIENCIA, TÉCNICA Y SOCIEDAD experimentaron un cambio radical tras la Segunda Guerra Mundial. Según Echeverría (2010), programas como el neopositivismo intentaron estudiar la conexión entre ciencia y políticas científicas, pero no lograron captar la transformación de la ciencia desde mediados del siglo xx. En esta época, la ciencia comenzó a vincularse de manera diferente con la tecnología y la ingeniería, impulsando el desarrollo de sistemas de Investigación y Desarrollo (I+D).

El concepto de *Big Science*, acuñado por Derek J. de Solla Price (1968)²⁵, trajo consigo una crítica social a la ciencia militarizada y sentó las bases para

25 El término *Big Science* fue introducido por De Solla Price (1968) en el libro de *Big Science. Little Science*. Aunque, como bien lo menciona Echeverría (2010), este término ya había sido introducido

los estudios transdisciplinarios en Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), que cobraron fuerza a finales de los años sesenta. Estos estudios también influyeron en la cultura científica, con destacados aportes de figuras como Miguel Ángel Quintanilla (1997), Fernando Broncano (2006), Javier Ordóñez (2001) y Jesús Vega (2015). En paralelo, el texto de Ian Hacking (1983), *Representing and Intervening*, tuvo un impacto significativo al abordar la epistemología y la metodología de la ciencia, así como la filosofía de la práctica científica. Hacking se alejó de la carga teórica de la observación, un enfoque común en Hanson (1958)²⁶ y Popper (1994), para ofrecer una visión que integraba estos aspectos de la ciencia de forma más práctica.

Por otro lado, García Palacios *et al.* (2001) destacan la importancia de la Asociación de Ingenieros Alemanes (VDI) [por sus siglas en alemán: *Verein Deutscher Ingenieure*], fundada en 1856 con el objetivo de promover una visión positiva de la tecnología. En 1909, la asociación lanzó el boletín *Técnica y cultura* para fomentar una reflexión cultural sobre la tecnología²⁷. Tras la Segunda Guerra Mundial y el crecimiento tecnológico que esta desencadenó, la asociación buscó analizar la responsabilidad de los ingenieros en el cambio tecnológico. En 1950, la VDI creó el comité *Hombre y Técnica*, que se centró en el estudio multidisciplinario de la profesión de ingeniero y su papel en la sociedad, reflejando la nueva organización de la actividad científica.

Durante los años sesenta, se desarrollaron iniciativas para medir el impacto de las tecnologías en la sociedad, como la Evaluación de Tecnologías (ET)²⁸

en 1961 por Alvin Weinberg cuando lideraba el Oak Ridge Laboratory. Posteriormente, en *Little Science, Big Science and Beyond* De Solla Price (1987) amplía y reestructura la visión implementada en el primer libro.

26 En *Patterns of Discovery: An Inquiry Into the Conceptual Foundations of Science*, N. R. Hanson (1958) incorpora y amplía el concepto de “carga teórica de la observación”, con el que se refiere a la idea de que toda observación o enunciado observacional se encuentra cargado de teoría.

27 La Asociación de Ingenieros Alemanes, eventualmente, dejó de publicar su columna *Técnica y cultura*, debido a que el régimen nacionalsocialista intentó enfocar la organización en ciertos parámetros privados.

28 Bechmann (1993) identifica tres enfoques en la Evaluación de Tecnologías (ET): la evaluación instrumental, centrada en el conocimiento científico para decisiones políticas; la evaluación elitista, basada en opiniones de científicos destacados; y la evaluación participativa, que incluye

y la Evaluación de Impacto Social (EIS). Estos modelos priorizaron el análisis del uso y los efectos de las invenciones tecnocientíficas en la sociedad, con un enfoque en la reducción de daños ambientales y la compensación por las repercusiones causadas. A lo largo de los años sesenta, setenta y ochenta, las investigaciones en CTS llevaron a la consolidación de un modelo derivado de la tradición de evaluación de tecnologías: la Evaluación Constructiva de Tecnologías, que representó un avance en la interpretación clásica de la evaluación de proyectos tecnológicos.

Así, la consideración recayó en el tema de la evaluación ética de los diferentes proyectos técnicos y científicos, atendiendo la pregunta de si la técnica y la ciencia pueden ser evaluadas en términos morales y no solamente bajo criterios de eficiencia. Pues, si bien es cierto que no se pueden atribuir juicios de valor *per se* a un objeto, instrumento o diseño tecnológico, y que el agente responsable es a quien se le puede asignar tal distinción, hay que comprender que la trascendencia que ha tenido la técnica en los ámbitos culturales ha diluido o difuminado la concepción de neutralidad ética de la ciencia y la técnica. Tanto así que los criterios de utilidad y eficacia se quedan cortos a la hora de tomarse como guías para evaluar las invenciones tecnológicas.

La evaluación y análisis de tecnologías debe ser un proceso social que involucre a los expertos, la sociedad y los grupos afectados, conocido como evaluación constructiva de tecnologías. Esto contrasta con la evaluación clásica, que se basa en la valoración exclusiva de expertos y justifica la aplicación de tecnologías de manera autocrática, sin considerar el impacto social del diseño. La evaluación constructiva exige una actitud crítica y objetiva, que considere los efectos a corto, mediano y largo plazo, así como las posibles consecuencias del sistema tecnológico en su conjunto. El modelo de evaluación constructiva implica la participación activa de expertos y agentes externos para realizar un análisis más completo del desarrollo tecnológico y sus efectos. Este modelo busca un análisis amplio y diverso en la implementación de proyectos tecnológicos, ya que debe “reflejar en el proceso evaluativo la diversidad de valores e intereses presentes en

aspectos sociales, éticos y culturales a través de la Evaluación Constructiva de Tecnologías (ETC) (Bechmann, 1993, citado en García Palacios *et al.*, 2001, p. 65).

la percepción de un problema técnico y en el diseño de líneas de acción” (García Palacios *et al.*, 2001, p. 65).

4.2 CIENCIA, TECNOLOGÍA, SOCIEDAD Y NATURALEZA

LA INDUSTRIA, LA TÉCNICA Y LA CIENCIA se conjugan, en la actualidad, en objetivos semejantes, pues “la industria provee tanto a la técnica como a la ciencia de medios indispensables, tales como aparatos, instrumentos de medición, drogas e incluso animales de experimentación” (Bunge, 2014, p. 28). De esta manera, se establecen objetivos que se enfocan en las acciones científicas que motivan tales actos y la incorporación de temas sobre la neutralidad ética de la ciencia. Si bien se presenta una relación entre la ciencia aplicada, la ciencia básica, la técnica y la industria, estas se vinculan, además, con otros dos sectores: la filosofía y la ideología. Así, según Bunge (2014), la investigación científica se enriquece gracias a los supuestos filosóficos sobre la naturaleza y la sociedad, mientras que la técnica se vincula con la ideología, pues se presentan valores que esquematizan los objetivos que se desea alcanzar.

Se dispone de un entramado en disputa entre dos mundos: el primero, el que el ser humano desea alcanzar; el segundo, el mundo con las vicisitudes y circunstancias que lo conforman. Así, la técnica actúa como un catalizador y mediador entre estos dos mundos, pues no solo ayuda al hombre a disponer de más tiempo para conformar y construir su existencia, sino que también, a partir de ella, coacciona y subsume el mundo natural al mundo artificial, ajustándolo a cada época y circunstancia en que se encuentre el hombre. Es por esto que Ortega y Gasset (1939) menciona que el programa vital es un programa pre-técnico; es decir, si bien la finalidad de la técnica radica en conseguir un mejor proceder en las acciones a realizar, el programa pre-técnico se enfoca en la posibilidad de realización del ser humano, de su existencia, a partir de la ejecución de la técnica, que en este caso consiste en conseguir la consolidación de los deseos del ser humano, contemplando los percances y limitaciones (o potenciadores) que cada época presenta.

En el estadio final (que puede verse como la técnica del técnico), el ser humano pierde su vínculo con la naturaleza, a la vez que se vincula con la técnica, imbricándose con las relaciones sociales y con su propia existencia, de manera que:

puede llegar a perder la conciencia de la técnica y de las condiciones [...] morales que esta produce, volviendo, como el primitivo, a no ver en ellas sino dones naturales que se tiene desde luego y no reclaman esforzado sostenimiento (Ortega y Gasset, 1939, p. 32).

En consecuencia, presentamos un prolijo crecimiento de la técnica, con la cual acumulamos e incentivamos exponencialmente la invención y la creación, logrando objetivos que, en principio, no se podrían haber alcanzado en épocas anteriores. Sin embargo, esto ha traído adversidades prácticas, conceptuales y ontológicas en la constitución y percepción de la conciencia que el ser humano tiene de la técnica (y de sí mismo), encontrándose en un lugar donde el cúmulo de posibilidades adquiridas por la técnica nubla los criterios valorativos sobre los efectos de las nuevas invenciones (Ortega y Gasset, 1939). Pues ahora el mundo técnico se ha imbricado con y sobrepuesto al mundo natural, otorgando a las invenciones técnicas el estatus de naturalidad en su creación de la realidad.

Las relaciones sociales se han convertido en un nuevo artefacto o instrumento en la cultura, por lo que la incidencia de los artefactos tecnológicos en la sociedad pasa por un entramado sistemáticamente artificial, que demanda un análisis en el que se involucren la naturaleza, la sociedad y la tecnología. Así, la diversidad de la red técnica ha consolidado cierta autonomía en relación con el control del ser humano, generando un *atrincheramiento tecnológico*²⁹, pues, a medida que se producen invenciones, se crean nuevos aparatos en el sistema para suplir las nuevas necesidades de las relaciones tecnológicas, a la vez que se generan circunstancias que posibilitan la creación de aspectos que, en principio, no eran necesarios. De este modo, la sociedad tiene una libertad y autonomía limitadas y enmarcadas por un mundo tecnológico, sin que por ello se llegue a afirmar un determinismo de la tecnología o la autonomía tecnológica³⁰.

29 Este concepto, tomado de Gordillo (2001), se refiere a la necesidad que impone un tipo de tecnología, como las creaciones bélicas, para destruir y reconstruir, formando un ciclo continuo de dependencia tecnológica. En nuestro caso, se amplía para incluir el modo en que la tecnología afecta las relaciones entre individuos en un mundo sistemático influenciado por la tecnología.

30 El determinismo tecnológico ve el crecimiento tecnológico como independiente de las circunstancias externas, mientras que la autonomía tecnológica sugiere que las evoluciones tecnológicas, que varían según la sociedad, determinan fines y prácticas sociales.

Así, no se pretende dejar de lado el contexto social involucrado en el desarrollo de la tecnología, sino que se contempla la existencia de un mundo técnicamente modificado.

5. Sistema técnico

EXISTEN TRES ENFOQUES GENERALES en las teorías de la técnica y la tecnología. Primero, el enfoque cognitivo, que considera la tecnología como ciencia aplicada, donde el cambio del conocimiento se basa en la innovación y la aplicación constante del conocimiento científico, aunque enfrenta dificultades al integrar la difusión de las innovaciones. Segundo, el enfoque instrumental, que se centra en los productos materiales del conocimiento técnico, tanto empírico como científico, pero sin lograr precisar el origen de las tecnologías ni comprender la influencia de los cambios tecnológicos en las entidades sociales y culturales. Por último, el enfoque sistémico, que abarca un espectro conjunto entre agentes, artefactos, metodologías y materias en el proceso de desarrollo científico, lo que le permite ofrecer un análisis más completo al integrar elementos de los dos enfoques anteriores y considerar factores cognitivos, epistémicos, instrumentales, culturales, organizativos y sociales en el análisis de los sistemas técnicos (Quintanilla, 1998).

Quintanilla (1998) distingue entre técnica, artefactos y sistemas técnicos. La técnica incluye conocimientos abstractos y prácticos transmitidos de generación en generación para realizar actividades de manera eficiente. Los artefactos son entidades materiales que sirven a una finalidad específica, la cual puede cambiar. Los sistemas técnicos combinan elementos teóricos y concretos, integrando agentes intencionales que manejan y controlan los objetos materiales.

Un sistema técnico se define como “un dispositivo complejo compuesto de entidades físicas y de agentes humanos, cuya función es transformar algún tipo de cosas para obtener determinados resultados” (Quintanilla, 1998, p. 53). Este sistema incluye cinco tipos de componentes: componentes materiales (materias primas), componentes intencionales (agentes con habilidades conceptuales y prácticas), la estructura del sistema (que se divide en relaciones de transformación y gestión), objetivos (finalidades del sistema) y resultados (que pueden variar respecto a los objetivos iniciales).

Los sistemas técnicos requieren de agentes intencionales que posean la información y habilidades necesarias para manejar y estructurar el sistema, además de tener en cuenta los objetivos y resultados esperados. Cada cultura tiene un sistema técnico diferente, y el contexto cultural influye en la innovación y adaptación de nuevos conocimientos tecnológicos. Quintanilla (1998) destaca que “el contenido cultural de cada sistema técnico concreto puede ser [...] diferente, puesto que también lo es la cultura de los diferentes agentes humanos” (p. 57). Este “desfase cultural” impacta en cómo se integran y adaptan los sistemas técnicos en diferentes contextos culturales, afectando su desarrollo y resultados, por lo que es relevante considerar su incidencia en la consecución, evolución y fortalecimiento de los sistemas técnicos a partir de los diferentes procesos culturales. Bien lo señala Quintanilla (1998) en el siguiente ejemplo:

las primeras máquinas de vapor se concebían como sustitutos de las ruedas hidráulicas o de las norias que se usaban para extraer el agua de las minas, los primeros automóviles se hicieron intentando empujar los nuevos motores en la estructura de un carro de caballos, y los primeros ordenadores que se instalaron en las oficinas eran percibidos como un sustituto de las tradicionales máquinas de escribir, no como un poderoso instrumento de ayuda en todas las tareas de gestión, como se tiende a considerarlos ahora (p. 58).

Las innovaciones, por trascendentales que sean, siempre se desarrollan en relación con sistemas técnicos anteriores (Quintanilla, 1998, p. 58). Dependiendo de la situación, el objetivo de un instrumento puede diferir del resultado obtenido. Según Quintanilla (1998), la cultura técnica de una comunidad influye en sus sistemas técnicos de dos maneras: *endógena*, relacionada con la cultura técnica incorporada en el sistema, y *exógena*, que abarca aspectos externos al sistema.

Existen dos percepciones de la técnica en relación con la cultura³¹: una se refiere al conocimiento práctico dentro de la cultura, y la otra a las características culturales relacionadas con la técnica. Aunque la cultura tiene una influencia

31 Según Quintanilla (1998), aunque la cultura no esté estructuralmente incorporada en los sistemas técnicos, influye en la actuación de los agentes en estos sistemas. Aspectos culturales como el conocimiento básico, las representaciones simbólicas, los mitos tecnológicos, las reglas sociales y los valores culturales pueden impactar la configuración y desarrollo de los sistemas técnicos, modulando su actuación según las necesidades y el contexto de la época (p. 62).

significativa en los procesos de innovación, los factores económicos y sociales son los determinantes principales. No obstante, la cultura afecta cómo se difunden las innovaciones. Primero, el ritmo y la efectividad en la difusión de nuevas invenciones pueden verse afectados por las implicaciones culturales, que pueden hacer que la asimilación sea más dinámica o cerrada, dificultando la consolidación de nuevas tecnologías. Segundo, la confianza o desconfianza en la cadena productiva impacta la adopción del comercio internacional o el desarrollo económico interno. Finalmente, las consecuencias ambientales y los riesgos asociados a las innovaciones deben alinearse con las consideraciones culturales sobre lo que es peligroso o aceptable, lo que puede restringir ciertos proyectos si amenazan los recursos naturales (Quintanilla, 1998, p. 64).

En conclusión, es necesario un racionalismo crítico para evaluar los proyectos, teniendo en cuenta las particularidades culturales sin caer en el relativismo epistémico. Es importante que expertos y comunidades realicen un análisis informado sobre los efectos y la viabilidad de los proyectos para asegurar su eficiencia y sostenibilidad.

6. Conclusión

EN LA ACTUALIDAD (SIGLO XXI), las tecnologías han traído consigo una dinámica diferente en la forma como se transmite y se codifica la información, pues:

las nuevas tecnologías podrían permitir la democratización del acceso a la información y, por tanto, la mejora en la calidad de vida de los seres humanos, pero con el desarrollo de la nueva economía que aquellas tecnologías también hacen posible pueden aparecer formas inéditas de desigualdad social a escala planetaria (Gordillo, 2001, p. 94).

Así, el desarrollo de la actividad conjunta entre ciencia y tecnología ha contribuido a que se democratice el acceso a ciertas tecnologías que, al principio, eran selectivas, destinadas solo a un grupo reducido de personas, bien sea por su coste o porque requieren condiciones previas para su obtención y buen funcionamiento. La tecnología de la información (técnicas mixtas, según Quintanilla, 2005) es un ejemplo de cómo la agrupación, consolidación y distribución de la información se ha generalizado, y con ello, también la forma de interacción entre los seres humanos y el ambiente técnicamente modificado.

Las invenciones tecnológicas han contribuido notablemente a la investigación científica, tanto en procesos de biotecnología como en redes de información que promueven la implementación de tecnología cuántica. Así, se presentan técnicas que permiten cambiar y modificar el material genético, enfocándose en formar, podríamos decir, objetos biológicamente modificados; o bien, instrumentos individuales, como el telescopio ALMA (Atacama Large Millimeter/sub-millimeter Array), un sistema de varios telescopios que logra analizar y evaluar distintas galaxias a millones de kilómetros para conocer mejor su composición y similitud con nuestra Vía Láctea (Hand, 2012).

Las tecnologías informáticas, por otro lado, han transgredido los límites físicos de la distribución de la información, alcanzando los límites digitales. Actualmente, se han establecido formas de transmisión basadas en información cuántica integrada (Chen *et al.*, 2021), lo que pronostica un manejo más seguro y eficiente de la información para bancos, grupos financieros, universidades y el sector militar. Sin embargo, este mismo avance, si no se distribuye equitativamente y en concordancia con los recursos finitos disponibles, podría resultar en un aumento de la fragmentación social y, a largo plazo, en el deterioro del estilo de vida de ciertos sectores más vulnerables, que, por lo general, son los que enfrentan mayores afectaciones sociales, económicas y geográficas:

una sociedad concebida como potencial cliente, una naturaleza reducida a la función de recurso y una tecnología que induce demandas sociales a la par que las satisface explotando la naturaleza han acabado configurando el triángulo sobre el que se asienta la nueva economía globalizada (Gordillo, 2001, p.94).

Los sistemas técnicos que hemos abordado, ampliando lo que establece Quintanilla (2005), agrupan tanto aspectos físicos como abstractos, con múltiples posibilidades de acción en la realidad, hasta el punto de vincular las relaciones sociales como una ampliación del sistema y de la realidad técnicamente modificada. Además, Quintanilla (1998) plantea la existencia de ciertas operaciones sobre el sistema técnico que son importantes para trazar formalmente sus componentes, su incidencia en la sociedad y las externalidades presentes en su estructura.

Aunque los temas, nociones y teorías presentados en el presente texto nos permiten evidenciar la importancia de la tecnología y, en especial, del sistema técnico en la dinámica social, se espera que lo dicho hasta acá nos sirva para labrar el terreno, en pro de continuar con tal planteamiento en un posterior ensayo, y

así elaborar las relaciones entre el Mundo 3 y el sistema ('mundo') técnicamente modificado. Popper (1997), por ejemplo, plantea un argumento de índole biológico para establecer y, en cierto sentido, defender la existencia del Mundo 3. Alude a las estructuras no vivientes que construyen los animales, como un nido, una telaraña o los objetos que crean para protegerse o continuar con su proceso de supervivencia. De este modo, Popper (1997) centra su atención en dos categorías: la metodología empleada y la manera en que los animales realizan tales estructuras, y, en segundo lugar, en los materiales utilizados para concretar, de manera eficiente y útil, la estructura misma. Esta relación se asemeja a la idea planteada en el sistema técnico, cuando se utilizan diferentes componentes, incluido el ser humano, para realizar una determinada actividad. Los sistemas técnicos son, como menciona Quintanilla (1998), sistemas híbridos, caracterizados por una estructura socio-técnica. En este sentido, se contempla un conglomerado de aspectos culturales, sociales, administrativos, políticos y económicos que influyen en otros sistemas, a la vez que son permeados por estos. Así, se encuentran diferentes aspectos del sistema cultural, donde se imbrican diversos conocimientos, tanto teóricos como prácticos, y en los que se ponen en relación, además, cuestiones sociales, como hábitos, creencias, valores y representaciones de la realidad. Por ello, "la cultura forma parte de los sistemas técnicos y la técnica forma parte de la cultura" (Quintanilla, 1998, p. 56).

Referencias

- Bunge, M. (2014). *Ciencia, técnica y desarrollo*. Laetoli.
- Burbano Solarte, J. (2019). Teoría metafísica de los tres mundos de Popper. *Episteme. Revista de Estudios Socioterritoriales*, 11(2), 41-63. <https://doi.org/10.15332/27113833.6122>
- Bunge, M. (2017). *Philosophy of Science: Volume 1, From Problem to Theory*. Routledge
- Broncano, F. (2006). *Entre ingenieros y ciudadanos: filosofía de la técnica para días de incertidumbre*. Biblioteca Nueva.
- Broncano, F., & Vega, J. (2015). Normativity and Rationality. *Philosophy of Technology*, 28(3), 245-25.

- Chen, YA.; Zhang, Q.; Chen, TY.; Cai, WQ.; Liao, SK.; Zhang, J.; Chen, K.; Yin, J.; Ren, JG.; Chen, Z.; Han, SL.; Yu, Q.; Liang, K.; Liu, WY.; Zhou, F.; Yuan, X.; Zhao, MS.; Wang, TY.; Jiang, X. ... Pan, JW. (2021). An integrated space-to-ground quantum communication network over 4,600 kilometres. *Nature*, 589, 214-219. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-03093-8>
- Damschen, G. (2011). Saber-cómo disposicional *vs.* saber-que proposicional. *Universitas Philosophica*, 28(57), 189-212.
- De Solla Price, D. J. (1963). *Little Science, Big Science*. Columbia University Press.
- De Solla Price, D. J. (1987). *Little Science, Big Science, and Beyond*. Columbia University Press.
- Echeverría, Javier. (2010). De la filosofía de la ciencia a la filosofía de la tecnociencia. *Revista internacional de filosofía*, 5, 31-41.
- Ferré, F. (1989). *Being and Value: Toward a Constructive Postmodern Metaphysics*. State University of New York Press.
- Engelmeier, P. K. (1912). *Philosophy of Technology*. Nasha.
- Ellul, J. (1954). *The Technological Society*. Vintage Books.
- Dessauer, F. (1956). *Philosophie der Technik: Das Problem der Realisierung*. Bouvier Verlag Herbert Grundmann.
- García Palacios, E. M. G., Galbarte, J. C. G., Cerezo, J. A. L., Luján, J. L., Gordillo, M. M., Osorio, C., & Valdés, C. (2001). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: una aproximación conceptual* (pp. 33-78). Organización de Estados Iberoamericanos (OEI).
- Gordillo, M. M. (Coord.) (2001). *Ciencia, Tecnología y Sociedad. Proyecto Argo. Materiales para la educación CTS*. Grupo Editorial Norte.
- Hacking, I. (1996). *Representar e intervenir* (S. Martínez, Trad.). Paidós.
- Hand, E. (2012, diciembre 12). Mega-array reveals birthplace of giant stars. *Nature*, 492, 319-320. <https://doi.org/10.1038/492319a>
- Hanson, N. R. (1958). *Patterns of Discovery: An Inquiry Into the Conceptual Foundations of Science*. Cambridge University Press.
- Heidegger, M. (1997). *La pregunta por la técnica*. Impresos Universitaria.
- Latour, B. (1992). *Ciencia en Acción*. Labor.
- Mumford, L. (1992). *Técnica y civilización*. Alianza Universal.

- Mumford, L. (2011). *El pentágono del poder: el mito de la máquina*. (J. Rodríguez Hidalgo, Trad.). Pepitas de calabaza.
- Mumford, L. (2006). Técnicas autoritarias y técnicas democráticas. En: J. Riechmann (Coord.), *Perdurar en un planeta habitable: ciencia, tecnología y sostenibilidad* (pp. 185-196). Icaria.
- Mitcham, C. (1989). ¿Qué es la filosofía de la tecnología? (C. Cuello Nieto & R. Méndez Stingl, Trans.). Anthropos-Universidad del País Vasco.
- Mitcham, C. (1996). *Thinking Through Technology: The Path Between Engineering and Philosophy*. University of Chicago Press.
- Noë, A. (2005). Against Intellectualism. *Analysis*, 65(4), 278-290. doi: <https://doi.org/10.1093/analysis/65.4.278>
- Liz, M. (1995). La estructura de las representaciones mentales: una perspectiva integradora. *Análisis Filosófico*, XV(1/2), 135-166.
- Olivé, L. (2000). *El bien, el mal y la razón. Facetas de la ciencia y la tecnología*. Paidós.
- Olivé, L. (2007). *La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento*. Fondo de Cultura Económica.
- Ortega y Gasset, J. (1939). Meditación de la técnica. *Revista de Occidente*.
- Ordóñez, J. (2001). *Tecnología y poder: el impacto de la tecnología en las relaciones sociales y políticas*. Akal.
- Rapp, F. (1981). *Analytical Philosophy of Technology*. D. Reidel Publishing Company.
- Popper, K. R. (1982). ¿Tiene la historia algún sentido? En: *La sociedad abierta y sus enemigos* (pp. 422-440). Paidós.
- Popper, K. R. (1991). *Conjeturas y refutaciones. El desarrollo del conocimiento humano*. (N. Miguez, Trad.). Paidós.
- Popper, K. R. (1994). El indeterminismo no basta: un epílogo. En *El universo abierto. Un argumento en favor del indeterminismo. Post Scriptum a Lógica de la investigación científica* (pp. 135-152). Tecnos.
- Popper, K. R. (1997). Conocimiento: subjetivo contra objetivo (1967). En: *Popper. Escritos selectos* (S. R. Madero Báez, Trad.) (pp. 61-82). Fondo de Cultura Económica.
- Popper, K. R. (2008). *La lógica de la investigación científica*. (V. Sánchez de Zavala, Trad.). Tecnos.

- Radder, H. (1996). In and About the World: Philosophical Studies of Science and Technology. *Tijdschrift Voor Filosofie*, 59(2), 377-377.
- Ryle, G. (2005). *El concepto de lo mental*. (E. Rabossi, Trad.). Paidós Ibérica.
- Quintanilla, M. Á. (1998). Técnica y cultura. *Revista teorema*, xvii(3), 49-69.
- Quintanilla, M. Á. (2005). *Tecnología: un enfoque filosófico y otros ensayos de filosofía de la tecnología*. Fondo de Cultura Económica.
- Quintanilla, M. A. (1997). *Ciencia, tecnología y sociedad*. Alianza Editorial.
- Smith, A. (1996). *La riqueza de las Naciones*. (C. Rodríguez Braun, Trad.). Alianza.
- Staudenmaier, J. M. (1985). *Technology's Storytellers: Reweaving the Human Fabric*. The MIT Press.