



Implicaciones epistemológicas, ontológicas y axiológicas derivadas de la relación ciencia y tecnología

Epistemological, Ontological, and Axiological Implications Derived from the Science-Technology Relationship

Luis Humberto Hernández Moraⁱ  

Carlos Adolfo Rengifo Castañedaⁱ  

Favio Solís Cuenúⁱⁱ  

ⁱ Departamento de Filosofía; Facultad de Humanidades; Universidad del Valle; Cali; Colombia

ⁱⁱ Departamento de Humanidades; Universidad Pontificia Bolivariana; Medellín; Colombia

Correspondencia: Favio Solís Cuenú.

Correo electrónico:
favio.solis@upb.edu.co

Recibido: 27/02/2024

Revisado: 28/03/2024

Aceptado: 14/06/2024

Citar así: Hernández Mora, Luis Humberto; Rengifo Castañeda, Carlos Adolfo; y Solís Cuenú, Favio. (2024). Implicaciones epistemológicas, ontológicas y axiológicas derivadas de la relación ciencia y tecnología. *Revista Guillermo de Ockham*, 22(2), pp. 89-102. <https://doi.org/10.21500/22563202.6939>

Editor en jefe: Norman Darío Moreno Carmona, Ph. D., <https://orcid.org/0000-0002-8216-2569>

Editor invitado: Evandro Agazzi, Ph. D., <https://orcid.org/0000-0002-5131-7281>

Copyright: © 2024. Universidad de San Buenaventura Cali. La *Revista Guillermo de Ockham* proporciona acceso abierto a todo su contenido bajo los términos de la licencia *Creative Commons* Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

Declaración de intereses: los autores han declarado que no existe ningún conflicto de intereses.

Disponibilidad de los datos: todos los datos relevantes se encuentran en el artículo. Para más información, póngase en contacto con el autor de la correspondencia.

Resumen

El presente artículo da cuenta de algunas implicaciones epistemológicas, ontológicas y axiológicas derivadas de la relación ciencia, tecnología y sociedad en la configuración de un mundo artificial, conocido como tecnósfera, que se origina en un complejo proceso de transformación ocurrido en la biósfera. Para tal efecto, primero se argumenta que la mejor forma de dar razón de la complejidad de este fenómeno tecnocientífico (Niiniluoto, 1997a) y de la pluralidad de problemas derivados de esta relación radica en considerarlo un sistema compuesto por partes que, al vincularse, se comportan como una unidad (Bunge, 2002). Segundo, se evidencian los sutiles lazos entre ciencia, tecnología y sociedad. Tercero, se explica dicho sistema en la perspectiva del realismo científico de Agazzi (1978, 2019).

Palabras clave: técnica, tecnología, ciencia, filosofía de la tecnología, realidad, tecnósfera, sistemas, realismo científico.

Abstract

This paper explains some of the epistemological, ontological and axiological implications derived from the relationship between science, technology and society in the configuration of an artificial world known as the technosphere, which originates in a complex transformation process that occurred in the biosphere. To this end, we will first argue that the best way to account for the complexity of this techno-scientific phenomenon (Niiniluoto, 1997a) and of the plurality of problems derived from said imbrication lies in considering it as a system composed of parts that, when related, behave as a unit (Bunge, 2002). Second, highlight the subtle links between science, technology, and society. Third, explain said system based on the perspective of Agazzi's (1978, 2019) scientific realism.

Keywords: technique, technology, science, philosophy of technology, reality, technosphere, systems, scientific realism.

Financiación: ninguna. Esta investigación no recibió ninguna subvención específica de organismos de financiación de los sectores público, comercial o sin ánimo de lucro.

Investigación: este artículo se vincula al proyecto de investigación *Filosofía de la tecnología: una propuesta a partir de la epistemología de Evandro Agazzi*, del Doctorado en Filosofía, Universidad Pontificia Bolivariana Medellín.

Descargo de responsabilidad: el contenido de este artículo es responsabilidad exclusiva de los autores y no representa una opinión oficial de sus instituciones ni de la *Revista Guillermo de Ockham*.

Introducción

Cualquier reflexión con respecto a la tecnología y su impacto en el mundo debe afrontar las dificultades que generan las múltiples formas de entender términos como técnica y tecnología, propuestas por diversos autores que han reflexionado sobre el tema.¹ Se encuentran definiciones tan diferentes como las que ofrecen **Frederick Ferré (1995)** y **Arnold Gehlen (1980)**. El primero entiende por tecnología la “implementación práctica de la inteligencia” (Ferré, 1995, p. 26); mientras que el segundo como

Las capacidades y medios por los cuales el hombre pone la naturaleza a su propio servicio, identificando las propiedades y leyes de la naturaleza con el fin de explotarla y controlar su interacción, la técnica, claramente, en este sentido general, es una parte de la misma esencia del hombre. Realmente, es un espejo del hombre; como el mismo hombre, la técnica es inteligente, representa algo intrínsecamente improbable, es compleja, y establece relaciones con la naturaleza. (Gehlen, 1980, p. 4)

Esta pluralidad de sentidos responde a que la tecnología constituye un fenómeno complejo producto de la enorme difusión alcanzada en los ámbitos de las sociedades contemporáneas (Hernández Mora, 2020). En este artículo se sostiene que el fenómeno tecnológico, como se puede denominar, tiene su expresión concreta en la tecnósfera, que comprende el medio artificial desarrollado por el ser humano al utilizar su capacidad para transformar su entorno. El origen de la tecnósfera está ligado al de la biósfera si se considera que el humano, arquitecto de la primera, es el resultado de un intrincado proceso de evolución ocurrido en la biósfera.

De acuerdo con lo expuesto, la mejor forma de dar cuenta de la complejidad del fenómeno tecnológico y la pluralidad de sentidos con que se ha caracterizado es concebirlo como un sistema que —como sostiene **Bunge (2012)** cuando habla de su ontología— constituye todo o es una parte de un sistema; incluyendo a la sociedad que “es un sistema compuesto por subsistemas (la economía, la cultura, la organización política, etc.) y que tiene propiedades (tales como la estratificación y la estabilidad política) que no posee ningún individuo” (p. 326). Todo esto en el marco de la doctrina filosófica del realismo científico en su compromiso con la verdad, la objetividad y el éxito de la ciencia.

Desarrollo

Para empezar, **Agazzi (1996, pp. 61-62)** advierte sobre las dificultades de muchos debates en este tema, donde no se establece con suficiente claridad las diferencias y similitudes entre los términos técnica y tecnología. De ahí la importancia de precisar las diferencias, semejanzas y vínculos entre estas nociones. Como señala **Agazzi (2022)**:

Esto marca la transición de la simple técnica (que existe desde el principio de la historia de la humanidad y consiste en la creación de herramientas y procesos materiales, descubiertos y perfeccionados en esencia a través de la acumulación de experiencia práctica) a la tecnología, entendida como aplicación específica de conocimientos teóricos que ofrecen las ciencias. Gracias a la ejecución de este planteamiento, el mundo de lo artificial fue ocupando cada vez más espacio junto al mundo natural. Al principio, tenía las características de una transformación y explotación efectiva del mundo natural, pero pronto adquirió una función más destacada: la creación de un auténtico mundo separado del mundo natural, el mundo de artefactos o, para decirlo de forma más sencilla, de las máquinas. (p. 405)

1. Existen diferentes definiciones en otros autores como **Agazzi (1997, p. 18)**, **Bunge (2002, p. 190)**, **Jaspers (1994, pp. 136-137)**, **Liz (1995, p. 25)** y **Simpson (1995, p. 17)**. Estas reducen la tecnología al rasgo que consideran más relevante para caracterizarla: epistemológico, cognitivo, antropológico o axiológico.



La anterior cita resalta la necesidad de discernir los conceptos de técnica y tecnología desde la perspectiva de su desarrollo histórico; en ese sentido, la técnica es la expresión más antigua de la capacidad del ser humano para transformar su entorno, lo que se refleja en la creación de herramientas y procesos materiales. Por su parte, la técnica existe desde que el humano apareció como especie en la tierra. Es tan profundo el vínculo entre la técnica y el ser humano que se podría afirmar que este último es un ser técnico por naturaleza.

Sin embargo, que la técnica sea fundamental en la evolución cultural de los humanos (lo que se denomina hominización o antropogénesis, que transformó un linaje de primates en humanos) no quiere decir que estos siempre hayan sido conscientes del significado de este fenómeno. Como señala Ortega y Gasset (1964) cuando propone las etapas de evolución de la técnica y se refiere a la *técnica del azar*: “el hombre primitivo ignora su propia técnica como tal técnica; no se da cuenta de que entre sus capacidades hay una especialísima que le permite reformar la naturaleza en el sentido de sus deseos” (p. 360). Hasta la segunda etapa de la evolución de la técnica, la *técnica del artesano*, que corresponde a la antigua Grecia, la Roma preimperial y la Edad Media, se consolidan el artesano como clase social y, en consecuencia, la aparición de una conciencia de la técnica como rasgo característico e inherente al ser humano.

En la antigua Grecia, el dominio de lo técnico se delimita de forma más precisa entre los siglos VII a. C. y V a. C. En Homero los límites de la técnica, aunque un tanto difusos, se perciben en relación con la magia, por lo que el término *téchne* se aplica tanto al saber hacer de los *demiurgoi* –integrados por metalúrgicos, carpinteros, tejedores, etc.– como a las comunidades de adivinos, heraldos, curanderos y aedos. Los secretos del oficio y las destrezas del especialista cubren las mismas actividades y ponen en juego el mismo tipo de inteligencia que el arte del adivino, las astucias del hechicero y los encantamientos de la magia.

Todo esto cambió en la época clásica cuando la *téchne* se diferenció de lo mágico y religioso, y se precisó la función del artesano en la ciudad, ubicándolo en una categoría social particular cuyo puesto y papel están estrictamente determinados, frente al de los agricultores, guerreros y magistrados civiles y religiosos. La aparición de una conciencia de la técnica como algo especial en el individuo también supone el surgimiento de un *saber técnico* que en la antigua Grecia se concretó a través de los intentos por explicar racionalmente las máquinas, descubrimientos e inventos de culturas anteriores; esto hizo posible generalizar y extender su uso. Los griegos fueron los primeros que convirtieron los métodos técnicos y prácticos de contar y medir, tal como se desarrollaron en Mesopotamia y Egipto, en las ciencias abstractas de la aritmética y la geometría; y en intentar ofrecer una explicación racional de las observaciones en la astronomía y la medicina. Al combinar la observación con la teoría, ampliaron el uso práctico de estas ciencias.

De esta manera, Herón de Alejandría (siglo I d. C.) realizó una exposición completa de las cinco máquinas “simples” por medio de las cuales un peso podía moverse por una fuerza determinada y de algunas de sus combinaciones: la rueda y el eje, la palanca, la polea, la cuña y el tornillo sin fin; estas constituyeron la base de toda la maquinaria hasta el siglo XIX. Los griegos igualmente elaboraron los principios elementales de la hidrostática. Algunos autores helénicos y romanos fueron los primeros en describir los diferentes tipos de máquinas utilizadas en la época, tales como la ballesta; la catapulta; los molinos de agua (que implican el método de transmisión de fuerza mediante ruedas dentadas); la prensa de tornillo; el martinete; los sifones; las bombas aspirantes e impelentes; el tornillo de Arquímedes; el órgano de fuelle y de agua; la turbina de vapor; un teatro de marionetas movido por pesos; el reloj de agua; instrumentos de medida como el ciclómetro y el hodómetro; instrumentos de agrimensura como la dioptra (un teodolito

sin telescopio, descrito por Herón) y la ballestilla; e instrumentos astronómicos como el astrolabio y el cuadrante, que fueron fundamentales hasta la invención del telescopio en el siglo XVII (Crombie, 1980, pp. 171-172).

La filosofía también evidenció el fenómeno de la técnica a través de los sofistas (siglos V y IV a. C.), quienes fueron los primeros en precisar y afirmar el pensamiento técnico: en primer lugar, al redactar manuales sobre las *technai* particulares; en segundo, por elaborar una “filosofía técnica”, de una teoría general de la *téchne* humana, de su éxito y su poder. Como dice J. P. Vernant (1983):

En la mayor parte de los sofistas el saber reviste la forma de fórmulas que pueden ser codificadas y enseñadas. El problema de la acción, para ellos, ya no incumbe al reconocimiento de los fines, a la definición de los valores; se plantea en términos de puros medios: ¿cuáles son las reglas del éxito, los procedimientos del triunfo en los diversos dominios de la vida? Todas las ciencias, todas las normas prácticas, la moral, la política, la religión estarán consideradas así dentro de una perspectiva “instrumentalista”, como técnicas de acción al servicio de los individuos o de las ciudades. (p. 282)

Siguiendo la perspectiva histórica recorrida, la tecnología refiere a la técnica relacionada con la ciencia moderna, aquella cuyo origen fijan los historiadores alrededor del siglo XVII y que proporciona conocimientos teóricos que posibilitan una transformación más eficiente y de mayor alcance del entorno de los individuos. Precisamente, el encuentro de la ciencia con la técnica permite comprender la enorme expansión de ese mundo artificial que siempre había sido el medio propio del humano, compuesto, entre otras cosas, por los artefactos tecnológicos. Como señala Agazzi (1996):

La aplicación del conocimiento científico a la solución de un problema concreto consiste típicamente en el proyecto y construcción de un artefacto (esto es, de una máquina entendida en sentido lato), de la cual ya se sabe cómo y por qué funcionará, en cuanto ha sido proyectada utilizando conocimientos teóricos, más que prácticos, ya disponibles. En este paso consiste la fundación de la *tecnología*, como algo que, por un lado, se inscribe en el ámbito de la técnica, pero por otro se caracteriza por estas notas precisas y específicas. (p. 101)

Sin embargo, hay que tener cuidado de no caer en una concepción artefactual de la técnica y la tecnología, es decir, en reducir estas actividades a producir objetos técnicos; algo que parece insinuar la anterior cita. Muchos autores, en sus intentos por caracterizar la tecnología, han llamado la atención sobre este asunto. Verbigracia, aunque Ellul (2003, pp. 7-8) reconoce la importancia de las máquinas al caracterizar la tecnología, también considera muy restrictiva una visión que la reduce a crearlas; precisamente porque la técnica se ha expandido a casi todos los ámbitos de las sociedades contemporáneas, trasciende a la máquina y, en general, al artefacto tecnológico. Por esta razón, proporciona una definición de tecnología que pretende ofrecer una caracterización más general:

Vemos, pues, que esta doble intervención en el mundo técnico que produce el fenómeno técnico puede resumirse como “la búsqueda del mejor medio en todos los campos”. Es este “*one best way*” lo que, hablando con propiedad, es el medio técnico, y la acumulación de estos medios es lo que produce la civilización técnica. (Ellul, 2003, pp. 26)²

2 Otro autor que se opone a limitar la tecnología a la producción de artefactos es Mumford (1969) quien, desde una perspectiva antropológica, cuestiona las teorías sobre la naturaleza básica del humano, las cuales les asignan un papel determinante a los instrumentos materiales; en específico, consideran al individuo como un “fabricante de herramientas”. Dicho en clave fisiológica, para Mumford (1969) el cerebro del humano fue, desde el principio, más importante que sus manos. Si se prefiere, expresado en clave mitológica, el problema consiste en disminuir la relevancia otorgada al “mito de Prometeo” (el ladrón del fuego), para respaldar una concepción complementaria que representa la también mítica figura de Orfeo (creador de la música). Prometeo simboliza la concepción de un sujeto preocupado, la mayor parte de su existencia, en mejorar las condiciones físicas de su vida y que ve en este interés el origen de la civilización. Por el contrario, en Orfeo se expresa el ser que fue humano mediante los símbolos, mediante la creación de imágenes e idiomas antes que por producir herramientas. Para Mumford (1969), en el transcurso de la historia, el símbolo –y no la herramienta– señaló la función superior en la evolución del humano y facilitó el proceso de hominización.



Ahora bien, una evidencia de que la tecnología no se reduce a artefactos tecnológicos es el hecho de que ha potenciado exponencialmente el entorno artificial del hábitat humano, insertado en la biósfera (el mundo natural) y la tecnósfera. Efectivamente, este entorno se constituye por objetos fabricados por los seres humanos a lo largo de la historia, desde monumentos, fábricas, aeropuertos, calles y puentes, hasta pequeñas cosas como libros, ropa, carros, computadoras, teléfonos celulares, etc. Podemos afirmar que el ejemplo por excelencia de la tecnósfera es la ciudad, que constituye el entramado más complejo y en interacción de los objetos tecnológicos creados por la humanidad. No obstante, la tecnósfera se extiende más allá de los límites de lo artefactual para abarcar al humano, la sociedad y las complicadas relaciones que se operan entre ambos y los objetos tecnológicos (Hernández Mora, 2022). Como bien saben los antropólogos sociales que estudian algunas técnicas primitivas, estas pueden describirse como partes de las formas de vida de un determinado grupo social; en otras palabras, están ligadas a condiciones y organizaciones sociales particulares.

Otro aspecto relevante al pretender una caracterización adecuada de la tecnología consiste en las limitaciones de definir esta actividad como ciencia aplicada, debido a que supone una clase de ciencia cuyo objetivo fundamental es buscar el conocimiento en sí mismo (ciencia pura) y de una tecnología (ciencia aplicada) que espera que la ciencia produzca conocimiento validado por la experiencia, para utilizarlo luego con fines prácticos. Aunque contenga algo de verdad, esta concepción simplifica en exceso las relaciones entre la ciencia y la tecnología. Uno de los problemas de esta caracterización de la tecnología es que impide pensarla como una actividad productora de conocimiento en sí misma. También, ofrece una visión muy simplificada, verbigracia, de cómo se contrastan las teorías al desconocer el papel que juega la tecnología en este proceso, expresada en toda la gama de instrumentos científicos y en el impacto que esto tiene para el progreso de la ciencia. Como señala Nicholas Rescher (1994):

Sin una tecnología que se desarrolle cada vez más, el progreso científico terminaría por detenerse. Los descubrimientos de hoy no pueden lograrse con instrumentos y técnicas de ayer. Para asegurar nuevas observaciones, para verificar nuevas hipótesis y para detectar nuevos fenómenos, es precisa una tecnología de investigación cada vez más poderosa. En las ciencias naturales, el progreso tecnológico es un requisito decisivo para el progreso cognitivo. (p. 194)

Así las cosas, el vínculo entre ciencia y tecnología se puede pensar de distintas formas; como se mencionó, una de ellas corresponde a la denominada ciencia aplicada, en la que la tecnología depende de la ciencia. Asimismo, se puede concebir una versión contraria, en la que la ciencia depende de la tecnología, la que nos conduce a una concepción instrumentalista de la ciencia (Popper, 1983). Sin embargo, la versión más apropiada para pensar las relaciones entre ciencia y tecnología, por guardar correspondencia con cómo han evolucionado ambas, sostiene que, aunque estas guardan cierta autonomía, interactúan entre sí de diversos modos (Niiniluoto, 1997a).

Desde una perspectiva particular, abandonar una concepción de la tecnología como ciencia aplicada obliga a adoptar una idea más sofisticada sobre las relaciones que se tejen entre ciencia, técnica y tecnología, que se caracterizan por ser complejas y nunca jerárquicas. Ello se debe a que, como indica Bunge (1978, 1983), la ciencia y la tecnología proceden como un ciclo de sistemas interactuantes que se nutren mutuamente: “un sistema es un objeto complejo cuyas partes o componentes están relacionadas de modo tal que el objeto se comporta en ciertos aspectos como una unidad y no como un mero conjunto de elementos” (Bunge, 2002, p. 99). Se trata de una relación de retroalimentación en la que ambas actividades tienen su propia dinámica evolutiva, con la consiguiente existencia de características propias, pero también de múltiples relaciones.

De acuerdo con una perspectiva histórica, las relaciones significativas entre ciencia y tecnología se empezaron a tejer desde el siglo XVII, donde la técnica potenció el desarrollo de la ciencia primero. Más tarde, a finales del siglo XIX y principios del siglo XX, debido a la profesionalización por la que atravesó la ciencia, esta se convirtió en un factor que impulsó la tecnología. Se pueden señalar varios casos históricos específicos de relaciones entre la ciencia y la tecnología. Primero, aquellos en que la tecnología repercute en la ciencia: suministrando instrumentos científicos, promoviendo una nueva concepción del mundo, influenciando la agenda de la investigación científica (McGinn, 1991) y proporcionando modelos heurísticos. Segundo, aquellos en que sucede lo contrario: la ciencia promoviendo el nacimiento de tecnologías, el desarrollo de la industria basada en la ciencia (ciencia industrial) y la ciencia regulando la sociedad (ciencia reguladora).

Pensar las relaciones entre la ciencia y la tecnología como procesos de interacción mutua permite dar cuenta, de forma más compleja, de cómo han evolucionado ambas actividades, puesto que se han transformado entre sí. Por ejemplo, en la función que han desempeñado los instrumentos para asegurar el avance del conocimiento científico. Hasta 1600, aproximadamente, la astronomía era la única ciencia que utilizaba instrumentos. No obstante, esta práctica comenzó a extenderse, a partir de 1700, a las ciencias que se originaban en ese momento. El desarrollo de instrumentos científicos de todo tipo constituye una de las contribuciones de la tecnología que mayores cambios ha introducido en la ciencia.

En consecuencia, por una parte, cualquier reflexión epistemológica sobre la ciencia no puede desconocer que el conocimiento de la naturaleza pasa por la producción de artefactos y que el hecho científico está al final de un proceso tecnológico. Por otra parte, en la ciencia moderna, el experimento es una técnica de los efectos científicos reproducibles y repetibles a voluntad. Esto permite concebir la tecnología como enriquecimiento, prolongación y extensión de la naturaleza y no como una mera imitación de ella, como ocurrió en la antigüedad y en la Edad Media. Si se consideran instrumentos como el tubo de Torricelli o la bomba de aire de Boyle, se encuentra que estos artefactos crean un medio artificial y posibilitan establecer fenómenos cruciales como que el sonido, a diferencia de la luz, no se transmite en el vacío o que los cuerpos de la misma dimensión y pesos diferentes caen a la misma velocidad en ausencia de aire.

Un ejemplo del impacto que han tenido los instrumentos en la ciencia lo constituye el telescopio, que en el siglo XVII aportó a abandonar el modelo ptolemaico (la teoría geocéntrica) y reemplazarlo por el modelo copernicano (la teoría heliocéntrica). El telescopio fue inventado por artesanos italianos en el siglo XVI y reproducido, en los primeros años del siglo XVII, por artesanos ópticos de los Países Bajos, quienes no poseían conocimientos explícitos sobre su funcionamiento teórico. Solo en la segunda mitad del siglo XVI, el italiano Giovanni Battista de la Porta y el alemán Johannes Kepler ofrecieron una explicación satisfactoria del funcionamiento del instrumento. En este asunto, el mérito de Galileo radica en haber utilizado por primera vez el telescopio como instrumento científico. En 1610, publicó el *Sidereus nuncius* (Galileo, 1984), obra en la que presenta sus observaciones con el telescopio, que incluían a la luna, las estrellas y los satélites de Júpiter. En este periodo, la naciente astronomía logró un avance significativo. Como señala Agazzi (2011):

Este ejemplo muestra cómo la técnica podía ponerse al servicio de la ciencia “pura”, un hecho que con el pasar del tiempo ha asumido dimensiones gigantescas, hasta tal punto que ya los progresos en el campo de las ciencias naturales son posibles tan solo si se dispone de dispositivos tecnológicos extremadamente refinados y complejos. (p. 259)



Estos desarrollos han continuado en la astronomía con la construcción de instrumentos cada vez más sofisticados como el telescopio espacial Hubble (1990), el telescopio a escala planetaria Horizonte de Eventos (2017) y el telescopio espacial James Webb (2021), los cuales han contribuido al progreso de la astronomía, la cosmología y la astrofísica.

Como se señaló, cualquier reflexión sobre el fenómeno tecnológico debe enfrentar las dificultades originadas por las distintas formas de entender los términos técnica y tecnología, propuestas por diversos autores que han trabajado este asunto. Una de las razones de esta pluralidad de sentidos es que la tecnología se ha convertido en un fenómeno cuya complejidad ha crecido exponencialmente, el cual debe entenderse en el marco de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad. Muchas definiciones parecen ignorar esto, debido a que son fragmentarias en la medida que destacan el elemento que sus autores consideran más relevante –que puede estar relacionado con aspectos epistemológicos, ontológicos, antropológicos, axiológicos, etc.– y, por ende, lo asumen como definitorio (Hernández Mora, 2020).

De este modo, se advierte cómo la tecnología se ha vuelto el medio (tecnósfera) que permea casi todos los niveles de la sociedad; en esto se diferencia de la técnica del pasado que se aplicaba a campos limitados; poseía pocos medios para alcanzar un resultado específico y se hacían pocos esfuerzos para perfeccionarlos; y se propagaba con lentitud, debido al carácter cerrado de los grupos sociales y a su escasa comunicación. Por el contrario, la tecnología se caracteriza por un profundo dinamismo, a tal grado que el progreso no parece detenerse, puesto que el equilibrio de los medios y fines se rompe para volverse una relación dialéctica en la que se alcanzan ciertos objetivos mediante nuevas tecnologías, pero también las nuevas tecnologías inspiran, producen y fuerzan nuevos objetivos inimaginados. En la actualidad, las innovaciones tecnológicas se extienden a nivel mundial, gracias a la interconexión universal consecuencia de los mismos desarrollos tecnológicos (Ellul, 2003; Jonas, 1997).

Por consiguiente, se requiere un marco general que dé cuenta de la complejidad que caracteriza no solo a la tecnología, sino a esta en su relación con la ciencia y la sociedad; además, que impida fragmentarla definiéndola desde un solo rasgo, con una visión parcial. De acuerdo con lo expuesto, este marco general lo puede proporcionar el concepto de sistema:

Un artefacto –físico o no físico– funciona como el componente de un sistema que interactúa con otros artefactos, muchos de los cuales contribuyen directamente o a través de otros componentes a la meta común del sistema. Si aislamos un componente del sistema o si cambian sus características, los otros artefactos en el sistema, consecuentemente, cambiarán sus características. (Hughes, 1999, p. 51)

Como recalca Hughes (1999), de los sistemas técnicos se destacan las interrelaciones establecidas entre sus componentes. La perspectiva sistémica sobre la tecnología, la ciencia y la sociedad permite asumir una imagen de esta actividad en la que se pueden pensar las relaciones mencionadas de manera más compleja. Desde la perspectiva de Bunge (2012), ello conduce a “analizar los sistemas en términos de su composición, entorno y estructura, así como de desvelar los mecanismos de su formación y descomposición” (p. 324).

Una de las razones para reconocer tal carácter sistémico de la tecnología se encuentra en la omnipresencia alcanzada en casi todos los niveles de la sociedad. Esto puede ilustrarse a través del concepto ya referido de tecnósfera. La tecnósfera, el medio creado por la tecnología y en el que la mayor parte de los habitantes del planeta se ve cada vez más inmersa, enfatiza cómo las diferentes creaciones tecnológicas desarrolladas por el humano (no solo los artefactos) mantienen complejas relaciones entre sí. Como señala Hughes (1999), los

artefactos constituyen sistemas que no están aislados, pues establecen diversos vínculos con otros artefactos y elementos de la tecnósfera. Verbigracia, los automóviles constituyen en sí mismos sistemas técnicos, cuyos componentes están interrelacionados. Sin embargo, como sistemas, los automóviles no están aislados, puesto que se encuentran inmersos en una red más amplia de relaciones con otros sistemas tecnológicos: el de carreteras, el de producción de combustibles, el de producción de refacciones, el legal de normas de tránsito, etc. Ninguno de estos componentes de la tecnósfera funciona si el otro no lo hace; si uno de ellos desaparece o deja de funcionar, el resto funcionan inadecuadamente o no lo hacen. Por lo tanto, la comprensión del automóvil como artefacto tecnológico no se agota al considerarlo como algo aislado, sino que se debe contemplar como parte de un sistema más amplio con el que establece múltiples y complejas relaciones.

La tecnósfera constituye el fenómeno tecnológico en su máxima expresión. Abarcar el fenómeno tecnológico, entendido en este sentido, requiere relacionar las distintas perspectivas conceptuales con las que se ha querido dar cuenta de la tecnología: epistemológicas, cognitivas, antropológicas, axiológicas, sociológicas, políticas, etc.

Lo expuesto destaca la trascendencia de comprender la tecnología en su relación con la ciencia moderna, proceso en el que ambas actividades se han transformado entre sí. En este orden de ideas, la tecnología es una consecuencia del nacimiento de la ciencia moderna, en especial cuando utiliza las teorías científicas para crear los múltiples componentes de la tecnósfera. Así las cosas, la tecnología está vinculada con la técnica antigua, la cual fue conceptualizada en la Grecia clásica, y con la ciencia moderna, en cuanto conjunto de conocimientos teóricos que dan razones acerca de su eficacia.

Ahora bien, en lo relativo a la tecnología y su impacto epistemológico, Agazzi (1997) señala que esta es un componente estructural del conocimiento científico moderno, pues permite vincular los conceptos con sus referentes; en consecuencia, es relevante “en tres direcciones: control teórico de la experiencia, comprobación del éxito de la predicción y constitución del ámbito de objetos” (p. 17). A su vez, esto propicia el progreso y éxito de la ciencia, conforme a una concepción del realismo científico. Como señala Niiniluoto (1997b):

Según el *realismo científico*, la meta de la investigación científica es conseguir información verdadera o verosímil acerca de la realidad, y el progreso en la ciencia se define al tenor del éxito relativo de las teorías científicas en esta tarea (véase Niiniluoto 1984, 1995b). (p. 402)

Al respecto, Diéguez (2010) explica:

Cuando se habla del éxito de la ciencia –vaya esto por delante– no se está haciendo una valoración moral sobre sus resultados o sobre su función actual en la sociedad, ni se está diciendo que la ciencia haya triunfado definitivamente y en todos los terrenos sobre otras maneras de enfocar la realidad. Lo que se quiere decir es simplemente que la ciencia ha alcanzado ciertos logros concretos que consideramos difíciles y estimables. (p. 258)

En ese sentido, es de señalar que algunas de las características que comparten los distintos tipos de realismo son: el *presupuesto metafísico* de la existencia de una realidad independiente de la mente; la posibilidad de conocer el mundo (ontología) y las cosas en sí mismas, de forma objetiva; el compromiso con la *verdad* y el éxito de la ciencia. De acuerdo con Bunge (2012): “Tarski (1944, p. 363) sostenía que la ontología ‘no tiene ninguna relación con la semántica’” (p. 40). No obstante, añade: “la teoría de la verdad como correspondencia presupone que existe un mundo real y este es un supuesto metafísico. Además, las aplicaciones de toda teoría de la referencia requieren de supuestos definidos acerca del mobiliario [o composición] del mundo” (p. 40); aspectos determinantes para los propósitos de este artículo, como se observa más adelante.

En un intento por recoger parcialmente los tipos de realismos, con sus respectivos matices, Diéguez (2010) desglosa el realismo científico en cinco tesis principales: realismo ontológico, epistemológico, teórico, semántico y progresivo. Por su parte, Niiniluoto (1999) distingue seis problemas o formas de comprender el realismo:

Ontological: Which entities are real? Is there a mind-independent world? (OR),
Semantical: Is truth an objective language-world relation? (SR),
Epistemological: Is knowledge about the world possible? (ER),
Axiological: Is truth one of the aims of enquiry? (AR),
Methodological: What are the best methods for pursuing knowledge? (MR),
Ethical: Do moral values exist in reality? (VR). (p. 2)

Los encuentros o desencuentros entre tales vertientes del realismo son importantes para el surgimiento de un gran número de escuelas filosóficas. Sin embargo, detenerse en el debate sobre las diversas concepciones acerca del realismo es una tarea que excede los objetivos de este artículo. Al respecto, se pueden considerar los trabajos de Agazzi (2017, 2019), Bunge (2007), Diéguez (1998, 2005), Niiniluoto (1999), Psillos (1999), entre otros.

En este punto, se toma a Agazzi como referente teórico para abordar el realismo y sus implicaciones en cuanto a la relación de ciencia y tecnología. Agazzi (1978) distingue entre una forma incorrecta y otra correcta de “realismo”. La primera “es expresión del dualismo gnoseológico, y que consiste en concebir el *objeto real* como algo que está más allá del *objeto conocido*, y que jamás puede ser alcanzable” (p. 432). De ahí la imposibilidad de conocer las cosas en sí mismas; situación que trae a colación la paradoja de *oposición* entre objetivo y subjetivo, la cual rechaza Agazzi (1978), pues considera que es fruto de una presunción gnoseológica. Esta cuestión es relevante para la novedosa concepción de la objetividad científica desarrollada por este autor; luego de refutar como absurda y dogmática tal distinción, precisa que para afirmar que más allá del objeto conocido hay otro:

Debo haberlo encontrado de alguna manera, debo, cuando menos, haber averiguado *qué es*. Sin embargo, esto ya representa conocerlo, porque conocer un objeto no puede ser otra cosa que averiguar su existencia y conocerlo “detalladamente” —es decir conocer también *qué cosa es y cómo es*, además de conocer *qué es*— equivale a averiguar la *existencia* de sus determinaciones. En ningún caso, por tanto, el conocer puede ser otra cosa que averiguar una existencia y, por otra parte, no es posible afirmar ninguna existencia sino como averiguada. (pp. 432-433)

En este proceso de averiguar *qué y cómo es* el objeto, la tecnología juega un papel fundamental a través de los esfuerzos referenciales asociados como criterios operacionales; en otras palabras, algunas *operaciones* —que pueden ser llamadas criterios de objetificación, criterios protocolares o criterios de referencialidad—, en relación con tales objetos recortados de cierto estado de cosas de la realidad, susceptible de ser conocida. En efecto, desde el punto de vista del dualismo gnoseológico, el sujeto solo podría conocer sus representaciones, nunca la realidad y las cosas en sí mismas. Contrario a esto, conocer un objeto implica necesariamente conocer su existencia. De ahí que, para Agazzi, la posición *correcta* del realismo implica una relación de *inclusión* entre lo objetivo y lo real; aclarando que todo lo objetivo es real, pero todo lo real no es obligatoriamente objetivo, pues puede escapar a todo proceso de objetivación posible, como las alucinaciones que son reales para quien las experimenta, pero no por esto son objetivas. En consecuencia, las notas precisas de la tecnología —en cuanto criterios operacionales, criterios de referencialidad y verdad— tienen un evidente impacto epistemológico:

Por una parte, la tecnología resulta en gran medida y, por decirlo así, de modo esencial, una *ciencia aplicada*. . . Por otra parte, cuando la investigación científica plantea ciertos problemas *cognoscitivos*, la solución de estos pueden obtenerse proyectando y construyendo los oportunos

útiles e instrumentos (o sea, las oportunas *máquinas*) siendo esta tarea asumida por la tecnología. (Agazzi, 1996, p. 102)

Esta sería una tarea de la tecnología como determinante de ciertas formas de racionalidad desde la invención de instrumentos que sirven a la ciencia a través del método experimental y los criterios operacionales relativos a cierta región ontológica. Por ello, la tecnología se comprende como la teórica de la técnica que puede adelantarse a los juicios sobre la eficacia de un conocimiento o de la aplicación de una máquina. Asimismo, la tecnología se sitúa como el puente entre la técnica y la ciencia, pues siendo un saber independiente de la ciencia le sirve para que avance y viceversa. Como puente, su sentido es unir dos orillas por medio de instrumentos y saberes. El mismo Agazzi (1997) lo describe en estos términos:

La tecnología es la condición generalizada para la construcción de los objetos científicos y para su conocimiento. [...] De un lado, pues, se necesitan conceptos, y de otro son precisas tecnologías capaces de poner en contacto estos conceptos con sus referentes. Por eso, es gracias a la tecnología que hoy día puede seguir afirmándose el alcance realista de la ciencia, como ha sido desde siempre, pues tal alcance depende del uso de instrumentos, y, por tanto, de la tecnología. (pp. 30-31)

En virtud de lo expuesto, es de agregar que, entre la ciencia y la tecnología, se conforma una unidad que podría denominarse “saber” o “conocimiento”. Es una relación de necesidad, debido a que la ciencia requiere de la tecnología y la tecnología de la ciencia; en palabras de Agazzi (2011):

El progreso de la una promueve el progreso de la otra, y viceversa. En efecto, es concretamente imposible, por ejemplo, separar las tecnologías que han nacido y se han desarrollado al servicio de la investigación científica de las que son utilizadas con miras prácticas. (p. 260)

Con lo expuesto, se puede afirmar que, hoy por hoy, la tecnología configura un mundo artificial más complejo que incide en todas las dimensiones culturales del ser humano: la tecnósfera. Recientemente, autores como Echeverría y Almendros (2023) han propuesto conceptos como tecnopersonas y tecnoentornos, quienes distinguen tres tipos de tecnopersonas:

- a) Aquellos seres humanos que dependen radicalmente de las tecnologías para vivir. [...]
- b) Artefactos tecnológicos como los robots y otras modalidades de *software*, que simulan y potencian capacidades mentales de los seres humanos. [...]
- c) Aquellos personajes literarios, cinematográficos, de dibujos animados de videojuegos que sirven como íconos imaginarios para los dos tipos de tecnopersonas recién mencionados. (pp. 77-78)

De lo anterior, surge un problema ya planteado por Ortega y Gasset (como se citó en Diéguez, 2023): si el humano habita una sobrenaturaleza (la tecnósfera) que se construye con base en la tecnología, corre el peligro de olvidarse del cimiento natural (la biósfera) que la soporta, pensando que puede prescindir de ella, cuando, en realidad, dicha sobrenaturaleza no puede existir sin ella. Este temor pone en relieve la problemática del control que los seres humanos pueden ejercer al sistema tecnológico. Como alude Agazzi (1996):

El problema del principio de la controlabilidad del desarrollo tecnológico [...] el hecho de que el hombre, o sea, el presunto protagonista de esta operación de control y orientación, es en realidad prisionero –y no señor ya– de este sistema tecnológico que debería gobernar: [...] la formación intelectual que el hombre de nuestro tiempo recibe está orientada explícitamente a favorecer su inserción eficaz en este sistema tecnológico, así que le falta también el estímulo intelectual necesario para asumir una actitud crítica en relación con él, es más, está intelectualmente conformado para aceptarlo. (p. 143)

Algunos piensan que la tecnología se puede regular poniendo límites a los avances tecnológicos, “consideran que el hombre es capaz (incluso aunque sea al precio de un

compromiso bastante fuerte) de hallar en sí mismo las fuerzas espirituales para no sucumbir a este destino” (Agazzi, 1996, p. 144). Ello refiere a los fines en los que se plantea el problema de la hipertrofia de la técnica que lleva a la crisis de los deseos. En esta perspectiva, el problema fundamental de la técnica es el no saber qué desear; se podría decir que se trata del problema de los fines, porque la crisis de los deseos en el fondo es un problema de los fines. Por tanto, la humanidad pone todo su anhelo en la técnica, pero pierde de vista los fines (Diéguez, 2023).

Este argumento –que ubica al ser humano frente a sus deseos entendidos como fines– expresa a un sujeto en busca de algo que se asume como bienestar, como un estar bien consigo mismo, con los demás y la naturaleza; es decir, un bienestar armónico con esas tres realidades. En palabras de Agazzi (2011):

El sistema tecnológico... aún no tiene fines en sí mismo, influye, de hecho, en el sistema de fines concretos que el hombre pueda perseguir [...]; el hombre no puede evitar preguntarse, por lo menos en muchas situaciones importantes de su vida, no solo cómo hacer, sino qué debe hacer y esto indica que la dimensión moral no puede, de ningún modo, ser evacuada. (pp. 271-272)

Esto significa que es posible una regulación frente a los desafíos que presenta el sistema tecnológico. Así, probablemente, el más grande reto que se debe abordar consiste en que la tecnología, sin tener un sentido axiológico en sí mismo, impone un verdadero sentido de valores, debido a que el ser humano, sumergido en este mundo tecnocientífico, debe actuar con respecto a un sentido; no puede permanecer indiferente, pues

En el momento mismo en el que nos damos cuenta de que no podemos permanecer neutrales respecto de este mundo, porque no está dicho que en sí sea bueno..., estamos expresando la exigencia de instituir, en relación con él, un juicio de valor y, en última instancia, un juicio de valor moral; esto es, un juicio que no da por descontada la ideologización de la tecnociencia y se interroga sobre las posibilidades de hacer de ella la condición de vida para una verdadera civilización tecnocientífica. (Agazzi, 2011, p. 274)

Una civilización tecnológica como la actual requiere que las personas se hagan responsables de las consecuencias de su obrar. Como lo plantea Jonas (1997), basado en lo que llama el principio de la responsabilidad: “si la nueva naturaleza de nuestra acción exige una nueva ética de más amplia responsabilidad, proporcionada al alcance de nuestro poder, entonces exige también –precisamente en nombre de esa responsabilidad– una nueva clase de humildad” (p. 56).

De lo anterior se infiere que los individuos son quienes le imprimen un sentido axiológico a la relación ciencia, tecnología y sociedad. Desde esta perspectiva, se reconocen y se asumen las implicaciones de la ciencia y la tecnología en las nuevas formas de sociedades contemporáneas y el sentido de esta relación. La pregunta por el sentido se da en un escenario del juicio moral sobre el bien y el mal respecto a la actividad del sistema tecnocientífico, asumiendo la ética como una reflexión referente a la moral.

En este contexto, la tecnociencia permite comprender cómo la tecnología (tecnósfera) ha transformado la vida de los seres humanos en todas sus expresiones, desde su forma de pensar hasta el modo de relacionarse (tecnopersonas), imponiéndose como un referente de valor que establece límites y puntos de encuentro. La tecnología como actividad humana no es neutral, porque el individuo no permanece pasivo; más bien, toma decisiones frente al interrogante del sentido y de los fines que se plantea desde los desafíos más agudos que surgen de esta actividad. Así las cosas, siguiendo a Agazzi (1998), se considera lo siguiente:

From these considerations, a few useful elements of reflection can be derived. In the first place, we have seen that a separation between science and technique is plausible (in the sense that we can characterize science as an eminently cognitive enterprise, and we can characterize technique as an eminently pragmatic one). But if we look at technology, we can at most admit a conceptual or an analytic distinction, without any real separation from science, since they are concretely intertwined

and, so to speak, consubstantial. (Technology cannot exist without science, and science cannot exist without sophisticated technology.) This in particular justifies the use of the term “technoscience” for designating this new reality. In the second place, we have seen that an appeal to an ethical dimension emerges, with great force, from within technoscience itself; and this is true because the particular form of creativity that characterizes this domain does not provide us with criteria for steering, directing, limiting, or orienting the growth of technoscience. (p. 84)

En virtud de lo expuesto, se siguen las condiciones que posibilitan dar cuenta del uso del término “tecnociencia” para designar esta nueva realidad, en la cual, la relación entre ciencia y tecnología y la incidencia de esta en los asuntos de naturaleza ética exigen que, por ejemplo, la tecnología en manos de los científicos deba buscar el bienestar humano.

Conclusiones

La interrelación entre técnica, tecnología, ciencia y sociedad constituye una realidad esencial hoy por hoy, la cual, concretada en la tecnósfera, no solo configura nuevas formas de realidad, sino que construye un mundo artificial y, con él, verbigracia, nuevos tipos de ser personas (tecnopersonas). La técnica no solo es un medio que transforma la naturaleza, sino también uno de producción y adaptación. Es un saber caracterizado por su eficacia, el cual se perfecciona con el paso del tiempo. Por su parte, la tecnología es la racionalidad de la técnica que da razón de su eficacia, apelando a la ciencia para explicar su funcionamiento; cabe agregar que se origina en un complicado proceso de interacción con la ciencia, entre otros factores. Por su característica racional, es capaz de crear máquinas, artefactos y procesos que se integran a la tecnósfera. Asimismo, actúa en la realidad conforme con criterios operacionales, criterios de objetificación, que fungen como criterios de referencialidad y verdad.

Ahora bien, la ciencia es un saber comprometido con la verdad, el éxito, el rigor y la objetividad. Este saber establece relaciones complejas con la tecnología, por ejemplo, toda la instrumentación necesaria para adelantar investigaciones sobre los fenómenos naturales y asegurar el progreso de la ciencia. Esta profunda interacción entre ciencia y tecnología se puede conceptualizar a través de la tecnociencia, sin que ello signifique que no existan notables y sutiles diferencias entre ambas actividades.

Finalmente, si se considera la tecnósfera como fenómeno tecnológico en su máxima expresión y complejidad, no es factible desconocer las responsabilidades éticas entre este complejo tecnológico producido por los seres humanos y los distintos tipos de tecnopersonas de las que hablan [Echeverría y Almendros \(2023\)](#). En este escenario, se corre el riesgo de olvidar que la biósfera es el escenario de la tecnósfera y de perder el sentido de la responsabilidad que tiene el sujeto con ella. Así, se requiere de una filosofía de la tecnología capaz de proponer un sistema basado en el principio de humanidad (la vida) sobre el interés tecnológico, donde la tecnología se ponga al servicio de la vida y no al contrario, evitando cualquier tecnofobia que desconozca que los humanos son seres tecnológicos. Se trata, por consiguiente, de una conciencia de que la responsabilidad tecnológica es el fundamento para su regulación, en cuanto no existe la neutralidad tecnológica desde el punto de vista de la elección significativa para el sujeto que toma una decisión desde su realidad técnico-humana.

Referencias

Agazzi, E. (1978). *Temas y problemas de filosofía de la física*. Herder.

Agazzi, E. (1996). *El bien, el mal y la ciencia: las dimensiones éticas de la empresa científico-tecnológica*. Tecnos.



- Agazzi, E. (1997). El impacto epistemológico de la tecnología: argumentos de razón técnica. *Argumentos de Razón Técnica: Revista Española de Ciencia, Tecnología y Sociedad, y Filosofía de la Tecnología*, (1), 17-32. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=198393>
- Agazzi, E. (1998). From technique to technology: The role of modern science. *Techné: Research in Philosophy and Technology*, 4(2), 80-85. <https://doi.org/10.5840/techne1998421>
- Agazzi, E. (2011). *La ciencia y el alma de Occidente*. Tecnos.
- Agazzi, E. (Ed.). (2017). *Varieties of scientific realism: Objectivity and truth in science*. Springer.
- Agazzi, E. (2019). *La objetividad científica y sus contextos*. FCE.
- Agazzi, E. (2022). *El conocimiento de lo invisible*. Universidad Francisco de Vitoria.
- Bunge, M. (1978). *La ciencia, su método y su filosofía*. Siglo XXI.
- Bunge, M. (1983). Toward a philosophy of technology. En C. Mitcham y R. Mackey (Eds.), *Philosophy and technology: Readings in the philosophical problems of technology* (pp. 62-76). The Free Press.
- Bunge, M. (2002). *Epistemología*. Siglo XXI.
- Bunge, M. (2007). *A la caza de la realidad*. Gedisa.
- Bunge, M. (2012). *Tratado de filosofía. Ontología II: un mundo de sistemas* (Vol. 4). Gedisa.
- Crombie, A. C. (1980). *Historia de la ciencia: de San Agustín a Galileo* (Vol. 2, 3.ª ed.). Alianza.
- Diéguez, A. (1998). *Realismo científico: una introducción al debate actual en la filosofía de la ciencia*. Universidad de Málaga.
- Diéguez, A. (2005). *Filosofía de la ciencia*. Biblioteca Nueva.
- Diéguez, A. (2010). *Filosofía de la ciencia* (2.ª ed.). Biblioteca Nueva.
- Diéguez, A. (2023). *Con la guía de Ortega y Gasset: la acción en el mundo tecnificado* [Ponencia]. Seminario de Investigación sobre Tecnología y Filosofía Hispanoamericana, Ciudad de México, México.
- Echeverría, J., y Almendros, L. S. (2023). *Tecnopersonas: cómo nos transforma las tecnologías*. Grama.
- Ellul, J. (2003). *La edad de la técnica*. Octaedro.
- Ferré, F. (1995). *Philosophy of technology*. The University of Georgia Press.
- Galileo, K. (1984). *El mensajero y el mensajero sideral*. Alianza.
- Gehlen, A. (1980). *Man in the age of technology*. Columbia University Press.
- Hernández Mora, L. H. (2020). *La técnica moderna: reflexiones filosóficas*. Universidad del Valle.
- Hernández Mora, L. H. (2022). Las relaciones conflictivas entre biósfera y tecnósfera: una perspectiva desde la filosofía de la técnica. En J. A. Gómez Gómez (Dir.), *Diálogo entre tribunales: asuntos contemporáneos de derecho* (pp. 851-862). Dike-Editorial; Universidad Santiago de Cali.
- Hughes, T. P. (1999). The evolution of a large technological system. En W. E. Bijker, T. P. Hughes y T. Pinch (Eds.), *The social construction of technological systems* (pp. 51-82). MIT Press.
- Jaspers, K. (1994). *Origen y meta de la historia*. Altaya.
- Jonas, H. (1997). *Técnica, medicina y ética: sobre la práctica del principio de responsabilidad*. Paidós.
- Liz, M. (1995). Conocer y actuar a través de la tecnología. En F. Broncano (Ed.), *Nuevas meditaciones sobre la técnica* (pp. 23-51). Trotta.
- McGinn, R. E. (1991). *Science, technology, and society*. Prentice-Hall.
- Mumford, L. (1969). *El mito de la máquina*. Emecé.

- Niiniluoto, I. (1997a). Ciencia frente a tecnología: ¿diferencia o identidad? *Arbor*, 157(620), 285-299. <https://doi.org/10.3989/arbor.1997.i620.1818>
- Niiniluoto, I. (1997b). Los límites de la tecnología. *Arbor*, 157(620), 391-410. <https://doi.org/10.3989/arbor.1997.i620.1823>
- Niiniluoto, I. (1999). *Critical scientific realism*. Oxford University Press.
- Ortega y Gasset, J. (1964). *Obras completas (1933-1941)* (t. 5, 6.ª ed.). Revista de Occidente.
- Popper, K. R. (1983). *Conjeturas y refutaciones: el desarrollo del conocimiento humano*. Paidós.
- Psillos, S. (1999). *Scientific realism: How science tracks truth*. Routledge.
- Rescher, N. (1994). *Los límites de la ciencia*. Tecnos.
- Simpson, L. (1995). *Technology, time and the conversations of modernity*. Routledge.
- Vernant, J. P. (1983). *Mito y pensamiento en la antigua Grecia*. Ariel.