



José German Flores-Garnica

E-mail: flores.german@inifap.gob.mx

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8295-1744>

Gabriela Ramírez-Ojeda

E-mail: ramirez.gabriela@inifap.gob.mx

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9679-6514>

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Av. Biodiversidad 2470, 47714, Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Flores-Garnica, J. G., & Ramírez-Ojeda, G. (2025). Conceptualización de tecnología como base para su definición integral y generalizada. *Revista Sociedad & Tecnología*, 8(3), 412-428. DOI: <https://doi.org/10.51247/st.v8i3.590>.

==== o =====

Conceptualización de tecnología como base para su definición integral y generalizada

RESUMEN

Aunque el término "tecnología" es usado dentro del ámbito científico, su conceptualización presenta varias perspectivas, lo que propicia confusiones en su definición, lo cual puede causar ciertos sesgos, que afectan el flujo de la ciencia hacia un uso práctico, lo que, a su vez, puede ocultar su beneficio social. De acuerdo a esto, los objetivos de este documento son, desde la perspectiva científica: a) plasmar un contexto general sobre la definición del concepto de tecnología; b) proponer una definición integral y generalizada del concepto de tecnología; y c) estructurar el proceso de generación de una tecnología. Con base a esto, se pretende apoyar en la argumentación para determinar cuándo se cuenta con una tecnología. Para dimensionar el uso del concepto "tecnología", se realizó un análisis bibliométrico de un total de 357,859 documentos. También se hace una breve semblanza de como se ha desarrollado, a través de la historia, el concepto de tecnología y se plantean algunas de las perspectivas que han orientado su entendimiento, lo cual ha llevado a dividirlos en ciertas categorías. Con la integración de la información recabada, se hace una propuesta de la definición de tecnología, la cual se sintetiza como el "pragmatismo de la ciencia". Considerando varias particularidades que deben especificarse, se establece una conceptualización más amplia del término "tecnología" (científica), con el propósito de que su definición sea lo más generalizada posible.

Palabras clave: Uso del conocimiento, transferencia de tecnología, validación, desarrollo tecnológico.

==== o =====

Conceptualization of technology as a basis for a comprehensive and generalized definition

ABSTRACT

Although the term "technology" is frequently used within the scientific field, its conceptualization presents several perspectives, which has led to confusion in its definition, which can lead to certain biases that can affect the flow of science towards a practical use,

which, in turn, can hide its social benefit. Accordingly, the objectives of this paper are, from the scientific perspective: a) to provide a general context on the definition of the concept of technology; b) to propose an integral and generalized definition of the concept of technology; and c) to structure the process of generating a technology. Based on this, it is intended to support the argumentation to determine when a technology is available. To dimension the use of the concept "technology", a bibliometric analysis of a total of 357,859 documents was carried out. A brief outline is also given of how the concept of technology has developed throughout history and some of the perspectives that have guided its understanding, which have led to dividing it into certain categories. With the integration of the information gathered, a proposal is made for the definition of technology, which is synthesized as the "pragmatism of science". Considering several particularities to be specified, a broader conceptualization of the term "technology" (scientific) is established, with the purpose of making its definition as generalized as possible.

Keywords: Knowledge use, technology transfer, validation, technological development.

==== o =====

Conceitualização da tecnologia como base para sua definição abrangente e generalizada

RESUMO

Embora o termo "tecnologia" seja utilizado no campo científico, sua conceituação apresenta diversas perspectivas, o que gera confusão em sua definição. Isso pode causar certos vieses, afetando o fluxo da ciência em direção ao uso prático, o que, por sua vez, pode obscurecer seus benefícios sociais. Assim, os objetivos deste documento são, numa perspectiva científica: a) fornecer um contexto geral sobre a definição do conceito de tecnologia; b) propor uma definição abrangente e generalizada do conceito de tecnologia; e c) estruturar o processo de geração de uma tecnologia. Com base nisso, o objetivo é fundamentar o argumento para determinar quando uma tecnologia está disponível. Para mensurar o uso do conceito "tecnologia", foi realizada uma análise bibliométrica de um total de 357.859 documentos. Também é feita uma breve visão geral de como o conceito de tecnologia se desenvolveu ao longo da história, e são apresentadas algumas das perspectivas que orientaram sua compreensão, o que levou à sua divisão em determinadas categorias. Integrando as informações coletadas, é feita uma proposta de definição de tecnologia, que se resume como o "pragmatismo da ciência". Considerando algumas particularidades que devem ser especificadas, estabelece-se uma conceituação mais ampla do termo "tecnologia" (científica), com o objetivo de tornar sua definição o mais generalizada possível.

Palavras-chave: Uso do conhecimento, transferência de tecnologia, validação, desenvolvimento tecnológico.

==== o =====

INTRODUCCIÓN

A lo largo del tiempo, la tecnología ha sido fundamental en el crecimiento de la humanidad, para lo cual, específicamente, ha favorecido el desarrollo económico y social, ya que, por ejemplo, ha tomado un rol importante en la definición de costos, y ha llegado incluso a propiciar un incremento del tiempo dedicado al ocio (Benavides 1998; Aithal y Aithal, 2015). Esto, a su vez, repercute en que se propicien, directa o indirectamente, mejores condiciones de vida para la sociedad (Fischetti, 2014).

Sin embargo, es importante considerar los diversos procesos bajo los cuales se generan las tecnologías, como lo es la investigación científica, donde uno de los principales propósitos

es darle un uso práctico al conocimiento que se genera, de tal forma que el esfuerzo que se dedicó (tiempo, equipo, personal, financiamiento, etc.) para su creación llegue a concretarse en un beneficio para la sociedad, desde diversas perspectivas (social, económica, política, etc.). Esto implica que se deba “traducir” dicho conocimiento, de tal forma que pueda ser entendido por usuarios que no necesariamente estén familiarizados con el proceso científico.

Aunque sería claro que este debe ser el objetivo básico de la generación de una tecnología, su conceptualización presenta varias perspectivas, lo que ha propiciado confusiones en la definición de la palabra “tecnología” (Schatzberg, 2018). De esta forma, la falta de claridad en el concepto de tecnología puede propiciar ciertas inclinaciones (sesgos), que podrían influir en la definición y orientación hacia la que debe enfocarse las capacidades de la tecnología a desarrollar.

Es decir, con esta incertidumbre se tiene la posibilidad de definir diferentes escenarios, que pueden determinar, así mismo, diferentes líneas de acción en la solución de un problema dado. Esto implica, a su vez, la dificultad de poder determinar cuál es el enfoque correcto. El principal problema de esta situación es que no se tengan elementos suficientes para decidir si un proceso dado se pueda considerar como tecnología, o no, lo que, a su vez, limita la capacidad de determinar el nivel de funcionalidad de una tecnología y, más aún, su potencial de aporte a la competitividad con los procesos actuales (Benavides, 1998).

Aunque la primera solución que se plantearía es que se busque una definición estandarizada del concepto de tecnología, debe considerarse que, relativamente, es poca la bibliografía orientada a concretar su definición. Más aun, las diversas definiciones se representan bajo varios contextos y propósitos, lo que resulta en diferentes enfoques o, en algunos casos, en variaciones en algunos de los elementos que componen el contexto de la definición. Estas confusiones, sobre el concepto de tecnología, tienden a afectar el flujo de la ciencia hacia un uso pragmático, lo que puede ocultar su propósito de beneficio social (Marx, 2010).

De acuerdo a esto, los objetivos de este documento son, desde la perspectiva científica: a) plasmar un contexto general sobre la definición del concepto de tecnología; b) proponer una definición integral y generalizada del concepto de tecnología; y c) estructurar el proceso de generación de una tecnología. Con base a esto, se pretende apoyar en la argumentación cuando se quiera determinar si lo que se considera una tecnología cumple con los requisitos básicos para ser categorizada bajo este concepto.

ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO

La palabra “tecnología” aparece en varias publicaciones de índole científica, donde se tratan diversas disciplinas, derivándose diferentes perspectivas del uso del conocimiento generado por la ciencia. Para dimensionar este uso del concepto “tecnología”, se realizó un análisis bibliométrico a partir de la base de datos de Web of Science (<https://www.webofknowledge.com>), mejor conocida como WoS (Pranckuté, 2021).

En este análisis se consideraron en campos enfocados en las ciencias agrícolas, forestales y biológicas. Para esto, se estructuro una base de datos multidisciplinaria, que consideró resúmenes y referencias científicas (Singh *et al.*, 2021), donde primeramente se especificó, como tópico eje, la frase “technology concept” y, como parámetros discriminantes, los conceptos “agriculture”, “biological science”, “forestry science” y “technology development”.

En cuanto a tipo de documentos, la búsqueda se enfocó solamente en artículos científicos, artículos de revisión, libros y capítulos de libros, publicados desde 1980 hasta la actualidad. Como resultado se obtuvo un total de 357,859 documentos, de los cuales 320,750 (89.63%) corresponden a artículos científicos, 36,658 (10.24%) corresponde a artículos de

revisión, 11,855 (3.31%) representan capítulos de libros y 452 (0.12%) corresponde a libros.

Estos documentos se organizaron por diferentes tópicos de estudio (Web of Science, 2024), donde, de acuerdo con la Figura 1, se identificó que el 13.8% de las contribuciones corresponden a la categoría de ciencias ambientales, seguido de ingeniería eléctrica (5.9%) y agronomía (4.7%). Ejemplos de otras áreas que se determinaron fueron agricultura (multidisciplinaria), ecología, economía, recursos acuíferos, geociencias, ciencia de los alimentos, ingeniería ambiental, ingeniería química, física aplicada, ciencia del suelo y nanotecnología.



Figura 1. Número de contribuciones resultantes del análisis bibliométrico del concepto de tecnología, por categoría de ciencias.

Para dimensionar la variación temporal del número de contribuciones por año, un análisis de la cantidad de publicaciones reportadas (Figura 2) indica que, dentro del período de 1980 a 2022, en general se ha tenido una tendencia de incremento año con año. Sin embargo, se observa que, esta tendencia fue más bien estable dentro del periodo de 1980 a 1990, donde se tenían alrededor de 300 contribuciones por año. Por el contrario, a partir de 1991 se presenta una marcada tendencia al alza, principalmente en la última década, donde destacan los años de 2021 y 2022, con 39,057 y 39,476 contribuciones respectivamente.

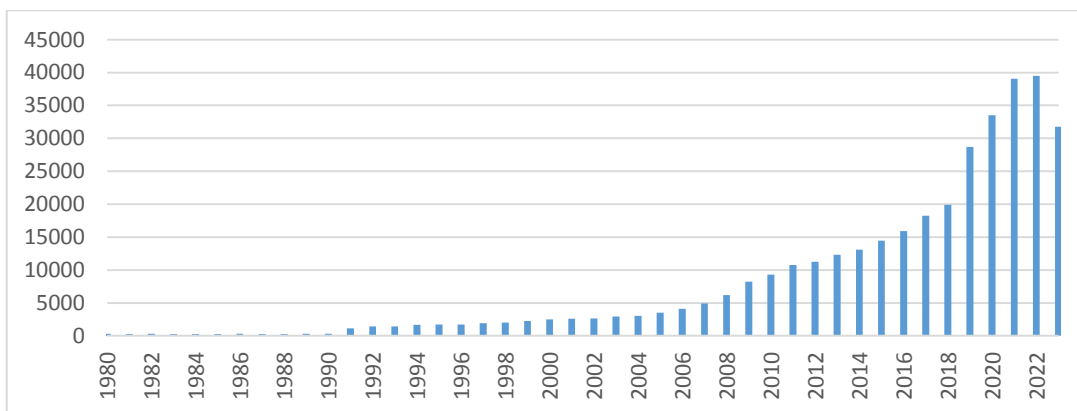


Figura 2. Número de documentos reportados por año de documentos relacionados con el concepto de tecnología.

CONSIDERACIONES PRELIMINARES

Tecnología empírica vs tecnología científica

La humanidad ha estado en una constante búsqueda de conocimiento, donde ha tratado de explicarse el funcionamiento de su entorno, principalmente para derivar ciertos beneficios. Esta búsqueda no implica exclusivamente la derivación del conocimiento desde la perspectiva científica, si no que empíricamente la humanidad ha definido conocimientos relevantes para su desarrollo. Al respecto, primeramente, es importante señalar que la tecnología no se deriva exclusivamente de la ciencia, más aún, la tecnología surge primero que la ciencia, bajo el concepto de tecnologías primitivas, donde se considera que la tecnología anterior a la ciencia ha tenido mayor influencia en lo que respecta a innovaciones (Gay, 1997).

De esta forma, se tienen dos fundamentos de la tecnología (Figura 3): a) Conocimiento empírico (basado en técnicas, habilidades, métodos y procesos), donde las primeras evidencias de tecnología surgen hace un millón de años, con el uso del fuego y la manufactura de herramientas de piedra (Rodríguez, 1998); y b) Conocimiento científico (derivado de la investigación y experimentación), el cual, a partir del siglo XVIII trata de explicar ciertos problemas técnicos bajo una perspectiva científica, considerando el contexto económico y social, y derivar soluciones (procesos) sistematizadas (Gay, 1997). Lo anterior no implica, que a partir de la generación de tecnologías científicas se haya eliminado las tecnologías empíricas, sino que continúan en paralelo, aunque la tendencia es tratar de explicar científicamente las bases (técnicas) empíricas y, con esto, derivar tecnologías científicas.

Técnica

El entendimiento del concepto de tecnología conlleva el poder diferenciarlo de lo que es una técnica. Más aún, si se considera que técnica, frecuentemente, se confunde, o se usa erróneamente, como sinónimo de ciencia o tecnología. Al igual que el término "tecnología", la palabra "técnica" se deriva del griego "techné", que puede interpretarse como "hacer con las manos" (Aguirre, 1999). De esta forma, una técnica se refiere a un procedimiento, o varios, para lograr un resultado específico, ya sea desde la perspectiva científica o empírica (Gay, 1997).

En cuanto a la ciencia, el propósito de generar conocimiento se concreta en la definición de técnicas (procedimientos), las cuales pueden usarse una y otra vez para derivar nuevas tecnologías. Para esto, primeramente, se define el problema, al cual se le busca una solución. Una vez que se cuenta con la solución (procedimiento), esta puede usarse para la solucionar el mismo problema en otro lugar, o momento, lo cual le da el carácter de técnica, compuesta de un conjunto de operaciones (Betancur, 1998).

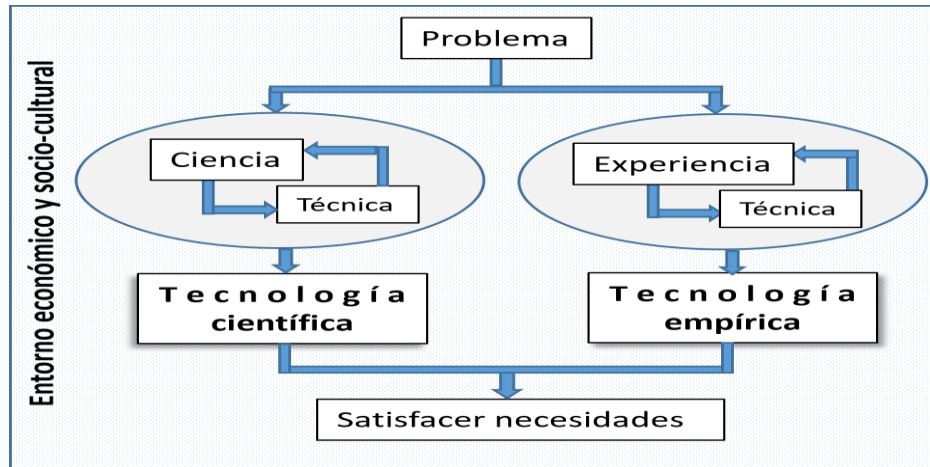


Figura 3. Fuentes de origen de tecnologías, diferenciadas por la derivación del conocimiento científico y empírico.

Ciencia aplicada

La ciencia aplicada se puede definir como un proceso que parte de la investigación científica (observación, razonamiento y experimentación) y que resulta en la derivación de conocimiento científico (Gay, 1997). Al respecto, es importante señalar que, en muchos casos, se considera erróneamente a la ciencia como sinónimo de tecnología, sin embargo, estas se pueden diferenciar en que "ciencia" es la sistematización del conocimiento y los procedimientos para adquirirlo, mientras que "tecnología" se refiere al uso de conocimientos y procesos específicos orientados a modificar la realidad, con el propósito de resolver un problema dado (Lara, 1999).

Uno de los enfoques más generalizados en la definición de tecnología es su derivación de la ciencia, y su orientación hacia una perspectiva pragmática de su uso. En este sentido, se puede concretar que el objetivo de la tecnología sería la aplicación sistemática del conocimiento científico para un propósito práctico, implicando que la tecnología está subordinada a la ciencia. Esta concepción, no es nueva, ya que desde 1716 se tuvo la inquietud de diferenciar una química pura, de una química aplicada (Meinel, 1983). La motivación de esto fue la ambigüedad que implicaba el concepto de "investigación básica", en materializar un producto, pero cuyo uso no era práctico, por lo que se buscó "la aplicación de la ciencia pura", a través de la tecnología (Agar, 2019). De esta forma, basado en la filosofía de Kant, en 1817 se introduce el término de "ciencia aplicada" (Yeo, 1991). Derivado de esto, se establece un encuentro entre la teoría y la práctica, que resultó en lo que se denominó "conocimiento tecnológico", que se resume en que la ciencia busca "conocer y comprender" el entorno, mientras que la tecnología se orienta al "hacer" cosas para satisfacer necesidades (Gay, 1997), para lo cual se tiende a alterar dicho entorno.

La tecnología como concepto

Breve semblanza

El problema esencial de para poder contar con una definición universal y estandarizada del concepto "tecnología" radica, principalmente, en que se asume que se conoce lo que es tecnología. Sin embargo, en muchos casos, estas asunciones parten de supuestos originados por conocimientos y experiencias personales, lo que ha implicado que se tenga una amplia diversidad de interpretaciones del concepto de tecnología, muchas de las cuales no se sustentan suficientemente para establecer una clara definición.

De acuerdo con esto, para definir el concepto de tecnología se puede empezar sobre su origen etimológico, donde "tecnología" se traduce como "el estudio de la técnica", que se

deriva del griego *τεχνολογία* (*tecnología*), lo cual se desglosa en (Agar, 2019): a) *τέχνη* (*téjne~techne*) = "técnica, arte, oficio"; y b) *λόγος* (*lógos*) = "estudio, tratado". Eventualmente, "techne" evoluciona a "tek" (raíz indoeuropea), que se refiere a una pericia especializada (saber hacer) (Agar, 2019).

Más concretamente, en el siglo XVIII, en Alemania, con la iniciación de la revolución industrial, se empezó a utilizar el término "technologie" para referirse a una "disciplina dedicada a la descripción sistemática de la artesanía y las artes industriales" (Agar, 2019). Sin embargo, al pasar a otros idiomas, a este término se le adjudicaban diversas interpretaciones (Agar, 2019). Posteriormente, a finales del siglo XIX y principios del XX, también en Alemania, se manejó el concepto de "technik", en el cual se origina la visión cultural de la tecnología, que no corresponde al concepto inglés de "technique" (visión instrumental) (Schatzberg, 2018).

Aunque se considera que el concepto de "technik" va más acorde a la definición moderna de tecnología, no fue hasta la segunda mitad del siglo XX que la palabra "tecnología" se convirtió en una palabra de uso común (Agar, 2019), con aceptación y definición generalizada (Schatzberg, 2018). De esta forma, la tendencia actual de la tecnología (tecnociencia) se enfoca más bien a la creación del sentido y propósito de las cosas, lo cual difiere de la concepción griega orientada al descubrimiento (Fischetti, 2014).

No obstante, aún prevalece una confusión en su significado, debido a los diversos enfoques en los que se ha conceptualizado, como económicos (Berg *et al.*, 2019; Coccia, 2019), sociales (Betancur, 1998; Fischetti, 2014) y filosóficos (Feenberg, 1999; Agar, 2019).

A lo largo de la historia se han creado diferentes tecnologías, que van desde el uso del fuego, hasta la generación del internet, pasando por el uso de la piedra como herramienta, la imprenta, etc. (Tabla 1). Donde el común denominador ha sido que su creación parte de un conocimiento (empírico o científico) previo, que fue adquirido por una persona, o grupo de personas, que probaron varias veces diferentes formas de "hacer" las cosas. Y que en varias ocasiones fracasaron, pero siguieron intentándolo hasta lograr una forma práctica. De esta forma, este conocimiento se compartió, en forma de tecnología, con el propósito de ayudar a que otras personas aprovecharan los beneficios obtenidos.

Tabla 1.

Ejemplo de tecnologías que se han generado a lo largo de la vida de la humanidad.

Época	Lugar	Tecnología	Fuente
1 millón años	South África	Fuego	Carbonell, 2013
2.5 millones años	África	Herramienta de piedra	Gómez y Sáinz, 2009
3500 a.C.	Mesopotamia	Rueda	Eiroa, 1996
700 a.C.	Grecia	alfabeto	Mársico, 2011
1450	Alemania	Imprenta	Calvente <i>et al.</i> , 2011
1774	Escocia	Máquina de vapor	Valencia, 2001
1879	EE.UU.	Lámpara	Rodríguez y Mendoza, 2018
1926	Inglaterra	Televisión	Islas, 2008
1969	EE.UU.	Apolo XI	Martín y Pinto, 2021
1969	EE.UU.	Arpanet	Lukasik, 2011
1984	EE.UU.	Internet	Cohen, 2013

¿Qué es tecnología?

Debido a que el concepto de tecnología se usa desde varias perspectivas, en primera instancia se puede pensar en tiene cierto carácter de ubicuidad, incluso, en algunas ocasiones se le imputa una condición de omnipresencia (Betancur, 1998). Más aún, debido a su dinámica (continua creación) y a las diferentes perspectivas que conlleva (Rodríguez, 1998; Sánchez *et al.*, 2005), en ocasiones, llega a ser complicado, y confuso, el determinar

un concepto universal de los que se entiende como tecnología (Rodríguez, 1998; Coccia, 2019).

Esto ha implicado que el término de tecnología tenga una pluralidad de significados e interpretaciones, lo que, a su vez, ha propiciado una diversidad de concepciones (Rodríguez, 1998): como, por ejemplo, ciencia, técnica, conocimiento científico, conocimiento tecnológico, conocimiento técnico, etc.

Para empezar a establecer una conceptualización más estandarizada de lo que es una tecnología, se debe partir de una definición que, aunque sencilla, sea contundente. De acuerdo con esto, una concepción básica de tecnología se refiere al razonamiento (conocimiento) para poder fabricar cosas que no existían (Agar, 2019). Esto implica que el proceso de generación una tecnología conlleva cambios en los modos de cognición (percepción del entorno y procesamiento de información) y acción (Coccia, 2019), con base a lo cual se tiende a: 1) generación de nuevas tecnologías; 2) mejora (transformación) de tecnologías existentes, para definir nuevas tecnologías (Figura 4); o 3) la combinación de elementos de tecnologías existentes, para estructurar tecnologías con nuevas funciones.

De esta forma, se considera que el término de tecnología está orientado a explicar ciertas innovaciones, con las que se aumentan, o mejoran, las capacidades humanas (Grübler, 1998). Esto implicó que, según Aristóteles, los productos de la tecnología deben orientarse a servir a propósitos humanos (Agar, 2019), propiciado desde las primeras manifestaciones tecnológicas, por ejemplo, el uso del fuego y la elaboración de herramientas de piedra (Rodríguez, 1998; Schatzberg, 2018).

La generación de tecnologías requiere de una constante integración de conocimiento, que puede derivar en nuevas formas o nuevos resultados (Rodríguez, 1998). Este conocimiento se genera de la investigación, con base al cual se definen tecnologías para crear, o mejorar, productos (p.e. aparatos), procesos (procedimientos) o servicios (habilidades) (Benavides, 1998). Esto implica que la tecnología define un sistema en el que se organiza el conocimiento (técnicas), con el propósito de generar objetos (hacer cosas) para la solución de problemas (Coccia, 2019), tomando en cuenta el entorno económico y socio-cultural (Gay, 1997). De acuerdo con esto, uno de los principales propósitos (implícito) de la tecnología es que, al solucionar problemas, la sociedad pueda valorar los avances en la ciencia (Ortiz y Pedroza, 2006; Fischetti, 2014).

Esto implica que no solo se deben ver los intereses técnicos de la tecnología, sino también los intereses sociales que pueda satisfacer (Fischetti, 2014). La motivación esencial de esto radica en la búsqueda constante de la maximización de la eficiencia (Grübler, 1998), que, en forma simple, se traduce en hacer más con menos (Feenberg, 1999). Es importante considerar que la generación de tecnología fomenta la creatividad, llegando incluso a la creación de cosas nuevas sin tener antecedentes previos (Rodríguez, 1998). Esto se logra o complementa, con el uso de técnicas específicas, las cuales se consideran como "naturaleza incorpórea" de la tecnología (Grübler, 1998).

Aunado a esto, es importante remarcar que una de las cualidades intrínsecas de la tecnología es que esta debe ser reproducible, es decir que arroje los mismos resultados en toda ocasión (Benavides, 1998). Aunado a esto, se le asigna a la tecnología el carácter de autonomía que, sumado al sentido humano que conlleva intrínsecamente su uso, puede llegar a sobrepasar los fines asignados por los creadores (Feenberg, 1999; Fischetti, 2014). Esto implica que la derivación científica de la tecnología no significa que su implementación solo pueda ser hecha por personal científico, sino que es esencial que su uso esté disponible para un grupo amplio de la sociedad (Benavides, 1998).

la tecnología representa el puente entre la ciencia y la sociedad. Al respecto, la Real Academia Española (2024) define a la tecnología como el “conjunto de teorías y de técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico”. De acuerdo con esto, la definición del concepto de tecnología se puede sintetizar como el:

“pragmatismo de la ciencia”.

Sin embargo, existen varias particularidades que deben especificarse, por lo que para establecer una conceptualización del término “tecnología” (científica), que tienda a ser lo más generalizada posible, a continuación, se propone la siguiente definición, cuya secuencia se ilustra en la Figura 5:

Tecnología es la integración, organización e implementación de conocimiento y/o técnicas, derivados de la investigación científica (observación, razonamiento y experimentación), para la generación de bienes (cosas tangibles) o servicios (procesos intangibles), que permitan un uso práctico de la ciencia (que no se restrinja solo a personal científico), para la solución de problemas específicos; donde estos bienes y servicios deben funcionar en forma autónoma y ser reproducibles (mismos resultados bajo mismas condiciones), los cuales pueden surgir de: a) la creación de nuevas tecnologías (incluso sin antecedentes previos); b) la mejora (transformación) de tecnologías previas; o c) de la integración de elementos de tecnologías ya existentes; lo que implica que la generación de tecnología es un proceso en constante evolución (dinámico), cuyo propósito intrínseco es la maximización de la eficiencia, con lo que, finalmente, se busca repercutir en mejores condiciones en los ámbitos social, económico, ambiental y cultural.

Desarrollo tecnológico

Aunque, en general, no existen reglas específicas para la generación de una tecnología, ayuda mucho el que se siga un proceso sistematizado, el cual debe considerar, esencialmente, la generación de una solución a un problema dado, basada en el conocimiento científico. De esta forma, se puede hablar de la definición de un sistema tecnológico (desarrollo tecnológico), donde se deben especificar adecuadamente cuáles son los elementos de “entrada” requeridos, así como los elementos de “salida” esperados (Aithal y Aithal, 2015). Así mismo, se deben especificar, en forma ordenada, las etapas (fases) que definen dicho proceso tecnológico. Uno de los antecedentes del desarrollo de un sistema tecnológico considera que se debe seguir el siguiente proceso:

Invencción → Innovación → Difusión

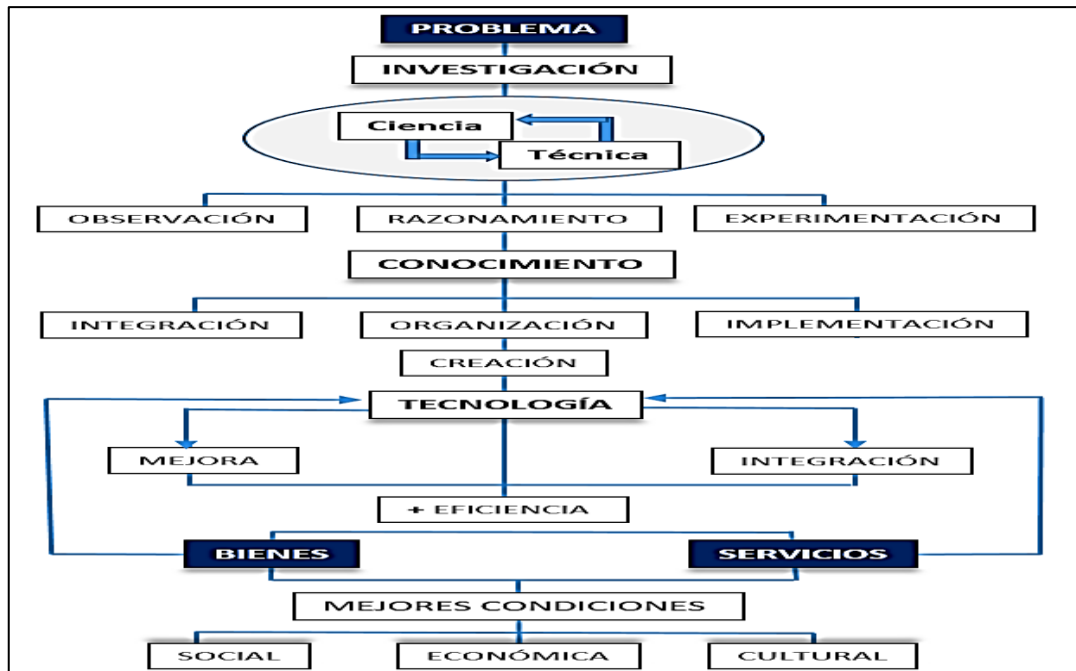


Figura 5. Secuencia de los elementos que definen el concepto de tecnología desde la perspectiva científica.

Donde la invención es la manifestación de una nueva solución, la cual debe pasar por un momento de innovación para que pueda considerarse que tiene aplicaciones posibles, que le llegan a adjudicar una importancia económica o social. Este momento de innovación implica que, por primera vez, la nueva solución se produce y/o se le organiza un mercado, con la intención de que su lanzamiento sea exitoso (Barreto y Petit, 2017). No obstante, en el desarrollo de tecnologías se involucran varios procesos más (Figura 5), los cuales se pueden organizar en las siguientes etapas:

(Figura 6): **a) Problema.** El primer paso es la identificación del problema, el cual será analizado para dimensionar y orientar su posible solución; **b) Solución existente.** Antes de intentar iniciar la generación de una nueva tecnología, se debe buscar si ya se cuenta con tecnologías que pueden implementarse para la solución del problema. En caso contrario, se procede a la creación de una tecnología específica; **c) Generación.** Con base a la organización, integración e implementación del conocimiento científico (teorías y técnicas), se concreta una idea sobre la posible solución al problema.

Con base a esto, se estructura un proyecto de acción para documentar el proceso metodológico a seguir en la creación de la tecnología, donde se requiere de la experimentación para probar y seleccionar la posible solución tecnológica; **d) Nueva solución.** Se considera que se cuenta con una nueva tecnología cuando esta ha sido aprobada por los usuarios potenciales, fuera del ambiente controlado de la experimentación. Con base a esto, se verifica (valida) la funcionalidad y utilidad de la tecnología (bienes [tangibles] o servicios [intangibles]), con lo que, finalmente, se “libera”; **e) Aceptación.** Una tecnología en sí misma no es suficiente para la solución de un problema, ya que esta debe darse a conocer. Debido a esto, se pasa a un proceso de divulgación (difusión o sindicación), donde el objetivo final es que los usuarios adopten la nueva tecnología (Lara, 1999), por medio de:

Trasferencia directa hacia los usuarios (Lara, 1999), dando a conocer cómo se aplica la tecnología. Sin embargo, la definición de transferencia de tecnología se ha debatido de muchas formas diferentes en función de las disciplinas de investigación y según los fines de la investigación. Más aún, debido a que intervienen diferentes grupos (investigadores, desarrolladores y usuarios) e individuos, percepciones diferentes sobre la tecnología, esta no suele tener un significado o valor definitivos, por lo que su transferencia puede llegar a ser un proceso complejo (Casas y Velázquez, 2002).

Innovación. Se refiere a la implementación de actividades mercadológicas para la comercialización de la tecnología (Castells y Pasola, 1997), de tal forma que pueda integrarse a procesos productivos, considerando el entorno económico, social, ambiental y político (Gay, 1997; Suárez, 2018). No obstante, debe tenerse en cuenta que no todas las tecnologías tienden a ser innovaciones. El proceso de comercialización puede implicar que las tecnologías deban ser protegidas, a través de patentes (Gay, 1997; Benavides, 1998;). La generación de tecnologías, desde la perspectiva comercial, se puede sintetizar en el concepto I+D+I:

Investigación → Desarrollo → Innovación

Es importante señalar que el proceso anterior es dinámico, lo que implica que pueden crearse nuevas tecnologías para la solución de un mismo problema, o, por otra parte, las tecnologías existentes pueden llegar a un punto de “declive” o “envejecimiento” (Grübler, 1998), por lo que deben mejorarse, o integrarse (combinar elementos de varias tecnologías), para continuar siendo útiles.

De esta forma, se derivan las tecnologías emergentes (Benavides, 1998), las cuales pueden tomar ventaja del conocimiento acumulativo que resulta de la dinámica implícita en el desarrollo tecnológico (Rodríguez, 1998). Lo que deriva, desde la perspectiva epistemológica, en un proceso continuo de aprendizaje (Benavides, 2004), con el que se busca garantizar que los productos de la investigación lleguen a la producción. Para lo cual deben identificarse las fortalezas tecnológicas (incluso a nivel pionero), para establecer ventajas competitivas en el mercado, que deriven en una buena relación costo/beneficios (Benavides, 1998).

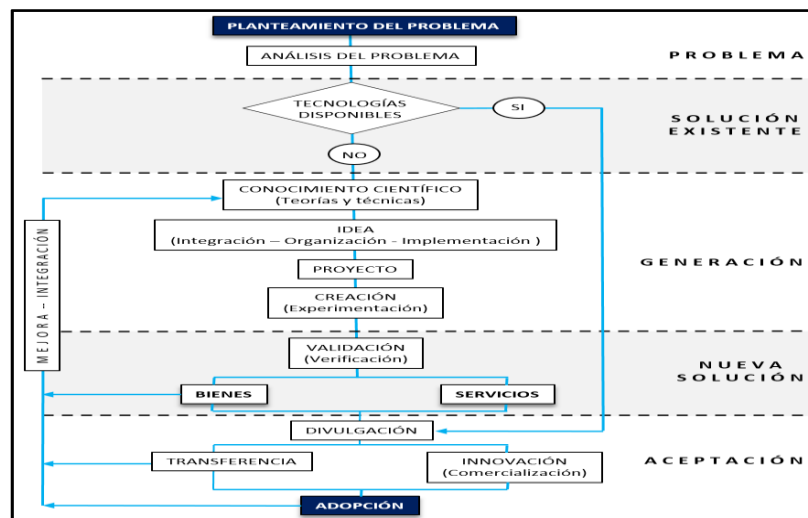


Figura 6. Etapas y actividades implícitas en el proceso de desarrollo de tecnologías.

Transferencia de tecnología

Como se ha mencionado, la tecnología implica el uso práctico del conocimiento científico, sin embargo, es relevante considerar que, en la generación de este conocimiento, la actividad científica (ciencia básica) no necesariamente se enfoca en propiciar ventajas (económicas o sociales) (Berg *et al.*, 2019). Esto implica que no es suficiente con contar con el conocimiento científico, ni que este se traduzca en una tecnología, sino que esta debe pasar a un proceso dinámico para que finalmente esta llegue a un usuario final. Es decir, hasta que se determine el nivel en el que la tecnología ha sido adoptada, lo cual se apoya frecuentemente con productores más progresistas (Casas y Velázquez, 2002).

Sin embargo, aunque este proceso puede parecer simple, puede llegarse a complicarse, ya que, entre otros aspectos, se involucran una serie de relaciones complejas entre actores públicos y privados (Pereira, 2018). Debido a esto, se ha definido el concepto de "transferencia de tecnología", que, en una forma concreta, se refiere al proceso mediante el cual se transfieren conocimientos científicos (Berg *et al.*, 2019), el cual considera el conocimiento generado no transferido, el conocimiento que está en proceso de generación y el conocimiento que será generado (Casas y Velázquez, 2002), lo cual propicia un proceso dinámico permanente de adaptaciones a las nuevas tecnologías.

No obstante, el impacto de la transferencia de tecnología está supeditado a su (Griliches, 1994): 1) grado de cobertura; y 2) nivel de eficiencia de su proceso. Donde no se debe considerar a la transferencia de tecnología solo desde la perspectiva científica, como si fuera neutra social o políticamente (Gay, 1997), sino que se deben considerar aspectos externos, como lo son políticos, económicos y socioculturales, específicos de las zonas donde se pretende implementar la transferencia de tecnología (Radulovich y Karremans, 1992). Esto implica que la transferencia de tecnología debe analizarse desde varias perspectivas, como son los objetivos, investigaciones previas, investigadores, usuarios, disciplina, etc.

Aunque muchos de estos aspectos, no pueden ser controlados por el investigador, o divulgador, su consideración permite orientar las estrategias para la adopción de la tecnología (Casas y Velázquez, 2002). Más aún, el proceso de transferencia de tecnología se puede cuantificar, con base a técnicas específicas, como las curvas logísticas de adopción, las cuales aportan una aproximación matemático-estadística de los patrones que se definen en el proceso de transferencia de tecnología, con lo que finalmente se puede evaluar el beneficio, directo o indirecto, que se logra con la tecnología (Griliches, 1994).

No obstante, la evaluación del impacto de una tecnología, requiere que se consideren varios aspectos, como: fuentes tecnológicas, innovación tecnológica, propiedad intelectual, evolución de la tecnología, difusión de la tecnología, etc., lo cual define un "mapa de conocimiento" (Ortiz y Pedroza, 2006).

La transferencia de tecnología implica la implementación de teorías de medición psicológica, para determinar en grado en que la tecnología se adecua a la realidad objetivo, de tal forma que se tienda a evitar una situación de desconfianza o rechazo de la tecnología (Radulovich y Karremans, 1992). Esto implica que se debe seguir un proceso de aprendizaje gradual, que necesita tiempo para evolucionar, de esta forma, la transferencia de tecnología debe considerar la capacidad de aprender y absorber de él receptor, o, desde la perspectiva opuesta, se debe tomara en cuenta la capacidad de ceder la tecnología (Suárez, 2018).

Aunque ese proceso es complejo, e integra el equilibrio entre varios aspectos, este se puede resumir en los siguientes pasos (Radulovich y Karremans, 1992): Tipificación de los usuarios; Necesidades y limitaciones; Tecnologías disponibles; Priorización de tecnologías a validar; Enfoque científico (Diseño experimental); Transferencia experimental; Adopción y manejo; Determinación de beneficios; Análisis socioeconómico e integral; Evaluación final de la tecnología. De esta forma, en general, el proceso de transferencia de tecnología, desde

su concepción, hasta la aplicación por los usuarios, pasa por las siguientes fases: Generación → Validación → Transferencia → Adopción.

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

La principal limitación de este estudio radica en su enfoque primordialmente teórico y conceptual. Si bien el análisis bibliométrico ofrece una perspectiva cuantitativa sobre el uso del término "tecnología", la propuesta de una definición integral y la estructuración del proceso de generación tecnológica se basan fundamentalmente en la revisión bibliográfica y la síntesis de diversas perspectivas. Futuras investigaciones podrían fortalecer estas propuestas a través de estudios de caso concretos, análisis empíricos de procesos de desarrollo tecnológico en diferentes sectores y la validación de la definición propuesta mediante la aplicación en contextos prácticos.

ESTUDIOS FUTUROS

Se sugieren diversas líneas de investigación futura. Una de ellas sería la validación empírica de la definición integral de tecnología propuesta en este trabajo, a través de su aplicación en el análisis de casos reales de desarrollo e implementación tecnológica. Otra línea podría enfocarse en profundizar en las particularidades identificadas como necesarias para una conceptualización más amplia, explorando cómo estas varían en diferentes disciplinas y contextos. Asimismo, sería valioso investigar con mayor detalle las dinámicas y los factores que influyen en cada etapa del proceso de generación y transferencia de tecnología, identificando posibles puntos críticos y estrategias para optimizarlo.

RECONOCIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento a los colegas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Centro Altos de Jalisco, por el apoyo brindado durante la realización de esta investigación.

CONTRIBUCIONES DE LOS COAUTORES

José German Flores Garnica: Se responsabilizó de organizar el esquema para la elaboración del manuscrito, la conceptualización inicial, determinar la metodología, y conjuntamente con la coautora en efectuar la revisión final del manuscrito.

Gabriela Ramírez Ojeda: Colaboró en la búsqueda de información, en la elaboración del análisis de la información, la revisión de literatura especializada, la elaboración de tablas o figuras y en la redacción del manuscrito

CONCLUSIONES

La generación de tecnologías ha favorecido, y seguirán favoreciendo, el uso práctico del conocimiento derivado de la investigación científica. Sin embargo, uno de los primeros pasos a cumplir es que se tenga la misma concepción del término "tecnología", lo cual permitirá compartir y/o comparar diferentes propuestas tecnológicas. No obstante, se tienen varias perspectivas de la concepción de lo que es una tecnología, que pueden complicar la determinación de su conceptualización.

De acuerdo con esto, la presente propuesta trata de compilar, y dar contexto a varios aspectos y elementos que pueden ayudar a concretar una definición del concepto de tecnología. De esta forma, la propuesta que se hace en este trabajo de la definición de lo que es tecnología puede servir de base para, entre otros aspectos: 1) el entendimiento de lo que es una tecnología; 2) integrar nuevos elementos que complementen esta definición; 3) asegurar que no se excluyan tecnologías que si cumplen con los términos de la

definición; 4) que no se acepten como tecnologías a propuestas que no cumplen con los requisitos de una tecnología.

Además de lo anterior, es importante resaltar que el proceso de generación de tecnologías es dinámico, por lo que la propuesta de proceso, que aquí se propone, sirve de guía para entender la secuencia que sigue una tecnología, partiendo desde la problemática hasta la aportación de una alternativa o solución tecnológica. Más aún, varias de las actividades que se presentan en esta secuencia, pueden detallarse más ampliamente en futuros trabajos, teniendo como base la propuesta del proceso de generación que aquí se plantea. Finalmente, debe entenderse que una tecnología funciona como un "puente" entre la ciencia y los usuarios que harán uso de la tecnología.

REFERENCIAS

- Agar, J. (2019). What is technology? *Annals of Science*, 77(3): 377-382.
<http://doi.org/10.1080/00033790.2019.1672788>
- Aguirre, O. (1999). Educación tecnológica, Nueva asignatura en Latinoamérica. *Pensamiento Educativo*, 25: 15-69.
- Aithal, P.S. y Aithal, S. (2015). Ideal technology concept & its realization opportunity using nanotechnology. *International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management*, 4(2): 153-164.
https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2778225
- Barreto F., J.R. y Petit T., E.E. (2017). Modelos explicativos del proceso de innovación tecnológica en las organizaciones. *Revista Venezolana de Gerencia*, 22(79): 387-405.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29055964004>
- Benavides, C.A. (1998). Tecnología, innovación y empresa. Ediciones Pirámide, Madrid. 364 p.
- Benavides, Ó. (2004). La innovación tecnológica desde una perspectiva evolutiva. *Cuadernos de Economía*, XXIII (41): 49-70.
- Berg, S., Wustmans, M., Bröring, S. (2019). Identifying first signals of emerging dominance in a technological innovation system: A novel approach based on patents. *Technological Forecasting and Social Change*, 146: 706-722.
<http://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.07.046>
- Betancur, J.D. (1998). Conceptos básicos sobre la tecnología. *Revista Universidad Eafit*, Enero-Febrero: 117-133.
- Calvente P., Molinero M.E., Rudion M.G., Di Uono M., M. (2011). Sistemas de impresión. Los albores de la historia como soporte de la experiencia áulica. De la xilografía al sistema tipográfico. En: VIII Jornadas Nacionales de Investigación en Arte en Argentina, La Plata ISBN: 978-987-595-141-9
<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/38388>
- Carbonell E. (2013). Evolución de los homínidos. *Índice histórico español*. ISSN: 0537-3522, 126/2013: 207-232
- Casas D., E. y Velázquez H., M. de los A. (2002). Una metodología para evaluar el proceso de generación, transferencia y adopción de tecnología. *Agrociencia*, 36(1): 123-130
- Castells, P. y Pasola, J. V. (1997). Tecnología e innovación en la empresa. Dirección y gestión. Barcelona, Edicions Universitat Politècnica de Catalunya. 341 p.

- Coccia, M. (2019). What is technology and technology change? A new conception with systemic-purposeful perspective for technology analysis. *Journal of Social and Administrative Sciences*, 6(3): 145-169. <https://doi.org/10.1453/jsas.v6i3.1957>
- Cohen A., R. (2013). Internet history. In: R. Luppicini (Ed.), *Moral, Ethical, and Social Dilemmas in the Age of Technology: Theories and Practice*: 19-39. IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-2931-8.ch002>
- Eiroa, J.J. (1996). *Historia de la ciencia y da la técnica, La prehistoria de edad de los metales*. Ediciones Akal S.A. Madrid España. 30p.
- Fischetti, N. (2014). Filosofía de la tecnología y democracia por Andrew Feenberg como emergente de la teoría crítica de Herbert Marcuse para el siglo XXI. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 9(26): 79-88. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92430866004>
- Gay, A. (1997). *La ciencia, La técnica y la tecnología. Capítulo V. La educación tecnológica. Aportes para su implementación*. Editores Gay, A., A.Á. y Ferreras, M.A. PRO CIENCIA Conicet. Ministro de Cultura y Educación de la Nación. Buenos Aires, Argentina. Pp. 77-96.
- Gómez C., A. y Sáinz de los T., J.Y. (2009). Las herramientas de piedra más antiguas en África. Una visión general y algunas reflexiones. *Sautuola*, 15: 11-33.
- Griliches, Z. (1994). Productivity, R & D., and the data constraint. *Am. Econ. Rev.* 84 (1) 1-23.
- Grübler, A. (1998). *Technology: Concepts and definitions*. En: Capítulo 2, *Technology and Global Change*, Editor Grübler, A. Cambridge University Press. 452 p.
- Islas O. (2008). La televisión en internet desde el imaginario de la sociedad de la ubicuidad, *Razón y Palabra*, 60. ISSN: 1605-4806.
- Lara R., F. (1999). *Actores y procesos en la innovación tecnológica*. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades. Universidad Nacional Autónoma de México. 28 p. <https://ru.ceiich.unam.mx/handle/123456789/2809>
- Lukasik S. (2011). Why the arpanet was built, *IEEE Annals of the History of Computing*, 33 (3): 4-21. doi: 10.1109/MAHC.2010.11.
- Mársico C. (2011). *Polythryleta. Sistema explicativo y mutaciones corporales en el pensamiento griego*. Editorial Rthesis. Buenos Aires, Argentina. 221 p.
- Martín S, M.; Pinto C., G. (2021). Importancia de la química en los vuelos espaciales: En recuerdo de las cinco décadas del Apolo XI. *AnQuimRSEQ*, 115, 308.
- Marx, L. (2010). Technology: The emergence of a hazardous concept. *Technology and Culture*, 51(3): 561-577. <https://doi.org/10.1353/tech.2010.0009>
- Meinel, C. (1983). Theory or practice? The eighteenth-century debate on the scientific status of chemistry. *Ambix* 30 (3): 121-132. <https://doi.org/10.1179/amb.1983.30.3.121>
- Ortiz C., S. y Pedroza Z., Á.R. (2006). ¿Qué es la Gestión de la Innovación y la Tecnología (GIInT)? *Journal of Technology Management & Innovation*, 1(2): 64-82. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84710206>
- Pereira, H. 2018. Transferencia de tecnología: tensiones entre imposición y adopción. *Revista Científica Internacional*, V(2): 129-162.

- Pranckuté, R. (2021). "Web of Science (WoS) and Scopus: The Titans of Bibliographic Information in Today's Academic World". *Publications*, 9(1): 1-59, ISSN: 2304-6775. <https://doi.org/10.3390/publications9010012>.
- Radulovich, R. y Karremans, J.A.J. 1992. Validación de tecnologías: Puente entre generación y transferencia. *Turrialba*, 42(1): 63-72.
- Real Academia Española. (2024). Diccionario esencial de la lengua española. En: <https://www.rae.es/desen/tecnolog%C3%ADa>
- Rodríguez A., G.D. (1998). Ciencia, Tecnología y Sociedad: una mirada desde la educación en tecnología. *Revista Iberoamericana de Educación*, 18: 107-143. <https://rieoei.org/historico/oeivirt/rie18a05.htm>
- Rodríguez G., M. y Mendoza C., H. A. 2018. Falta de alumbrado público y su repercusión en la seguridad de los habitantes del sector San Felipe del cantón Portoviejo. *Revista Riemat*, 3(1): 30-34. <https://doi.org/10.33936/riemat.v3i1.1421>
- Sánchez L., M.L., Lavín V., J., Pedraza M., N.A., Delgado R., J.G. (2005). La adopción de las tecnologías de información: La tensión entre la necesidad de asimilación tecnológica y ansiedad por el cambio. *Revista de Administração da Unimep*, 3(3): 112-131. <https://doi.org/10.15600/1679-5350/rau.v3n3p112-131>
- Schatzberg, E. (2018). *Technology. Critical history of a concept*. The University of Chicago Press. Chicago. 336 p.
- Singh V.K., Singh P., Karmakar M., Leta J., Mayr P. (2021). The journal coverage of Web of Science, Scopus and Dimensions: A comparative analysis. *Scientometrics* 126 (6): 5113-5142. <https://doi.org/10.1007/s11192-021-03948-5>
- Suárez M., R. (2018). Reflexiones sobre el concepto de innovación. *Revista San Gregorio*, 24: 120-131. <https://doi.org/10.36097/rsan.v1i24.575>
- Valencia G., A. (2001). El gran músculo mecánico: la máquina de vapor. *Revista Facultad de Ingeniería*, 23: 120-139. <https://doi.org/10.17533/udea.redin.326319>
- Yeo, R. (1991). Reading encyclopedias: Science and the organization of knowledge in British dictionaries of arts and sciences, *Isis* 82(1): 24-49.