

► Conceptos introductorios en investigación científica y tecnológica.

Introductory concepts in scientific and technological research.

Laureano Dante Leandro-Cornejo*.

RESUMEN

Con el objetivo de mejorar la comprensión de la investigación científica y tecnológica se consideró realizar una lista de conceptos introductorios y sus definiciones que servirán de base para la formulación de esquemas de: problemas científicos, problemas tecnológicos, hipótesis científicas y reglas tecnológicas.

Palabras clave: Conceptos, definiciones, investigación científica, investigación tecnológica.

ABSTRACT

In order to improve the understanding of scientific and technological research it was considered to make a list of introductory concepts and definitions that provide the basis for the formulation of schemes: scientific, technological, scientific hypotheses and technological rules.

Key words: Concepts, definitions, scientific research, technological research.

INTRODUCCIÓN

Se presentará una lista de conceptos introductorios necesarios en investigación científica y tecnológica para una real comprensión del uso de esquemas que pueden usarse para la formulación de: problemas científicos, problemas tecnológicos, hipótesis científicas y reglas tecnológicas. Dichos esquemas se presentarán en la siguiente edición de la presente revista.

CONCEPTOS INTRODUCTORIOS EN INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

- **Sistema:** En base a Mosterín¹ es un objeto formado por la suma de elementos interrelacionados y las relaciones entre ellos, ejemplos: 'el sistema de los números naturales (formado por el 0, el 1, el 2, el 3, etc., y la relación de ser el siguiente de), nuestro sistema planetario solar

* Cirujano dentista. Docente de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo. Cajamarca, Perú.

(formado por el Sol, los planetas, los cometas, etc., y sus órbitas, velocidades y distancias)...'. Según Bunge² la medicina científica trata a los pacientes como supersistemas compuestos por diversos sistemas interdependientes¹.

- **Objetivo (proyectado) o función específica:** Según Bunge³ es 'el estado final de un sistema bajo el control de un vertebrado superior¹. Responde a: ¿Para qué se hace?

Ejemplos:

- Objetivo del sistema juguería de naranja: obtener jugo de naranja.
- Objetivo del sistema cardiovascular: pasar nutrientes y recoger desechos metabólicos.
- Objetivo del sistema equipo científico: obtener nuevo conocimiento científico, cuyo conjunto forma la ciencia (descrita en la tabla 1).

- **Proceso:** Conjunto de eventos (conjunto de estados) relacionados para realizar un objetivo. Responde a: ¿Qué se hace?

Ejemplos:

- Proceso del sistema juguería de naranja: compra, lavado y cortado de naranjas, extracción y vertido en un recipiente del jugo de naranja.
- Proceso del sistema cardiovascular: bombeo del corazón y circulación de sangre.
- Proceso del sistema equipo científico: incluye eventos o etapas descritos en la tabla 2.

- **Procedimiento:** Forma de hacer un proceso. Responde a: ¿Cómo se hace? y es de dos tipos:

a. **Método:** Procedimiento general.

Ejemplos:

- Método del sistema juguería de naranja: recomendaciones para la preparación del jugo de naranja: selección de naranjas maduras y extracción del jugo de naranja con buena higiene.
- Método del sistema cardiovascular: perfusión de sangre.

- Método del sistema equipo científico: método científico, que incluye reglas como las descritas en la Tabla 3.

b. **Técnica:** Procedimiento específico.

Ejemplos:

- Técnicas del sistema juguería de naranja: extracción del jugo con exprimidor de naranjas manual y eléctrico, cada una con sus respectivas reglas.
- Técnicas del sistema cardiovascular: perfusión de sangre por arterias, venas y capilares sanguíneos.
- Técnicas del sistema equipo científico: métodos especiales, como: preparación de un aceite esencial específico y cultivo de un microorganismo específico; cada uno con sus respectivas reglas.

- **Mecanismo:** Según Bunge^{3, 4} es el proceso necesario para la emergencia de la función específica de un sistema material.

Ejemplos:

- Mecanismo del sistema juguería de naranja: preparación del jugo de naranja.
- Mecanismo del sistema cardiovascular: contracción y relajación del corazón.
- Mecanismo del sistema equipo científico: investigación científica.

- **Conocimiento:** Según Bunge³ es 'el resultado de un proceso cognitivo, como la percepción, el experimento o la deducción¹.

- **Comprensión:** Según Bunge⁵ es el conocimiento de un mecanismo.

- **Artefacto:** Según Bunge³ es un 'objeto creado por el hombre. Ejemplos: los símbolos, las máquinas, los procesos industriales, las organizaciones y los movimientos sociales¹.

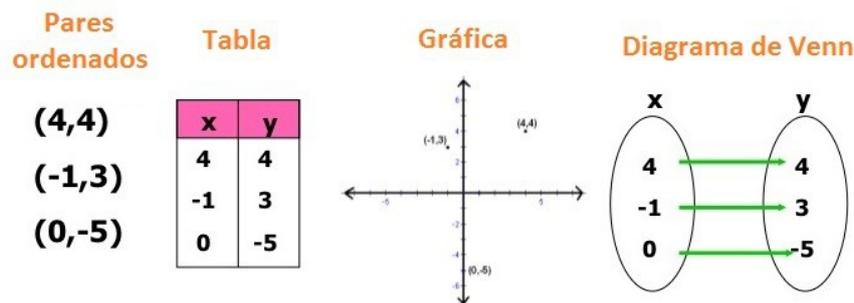
- **Prototipo:** Artefacto diseñado durante el proceso de su creación para probar su utilidad. Ejemplos (Bunge, 1985)⁶: máquina, grupo

experimental y programa social en pequeña escala.

- **Verdades objetivas:** Según Bunge² son: 'datos e hipótesis que sean adecuados a sus objetos o referentes, sin importar el humor o preferencia del investigador'.

- **Relación:** En base a Kerlinger y Lee⁷ es una conexión entre objetos que puede expresarse como conjunto de pares ordenados. La relación también puede representarse de otras formas como tablas, gráficos y diagramas de Venn, lo que se representa en el esquema 1.

Esquema 1. Diferentes formas de representar una relación.

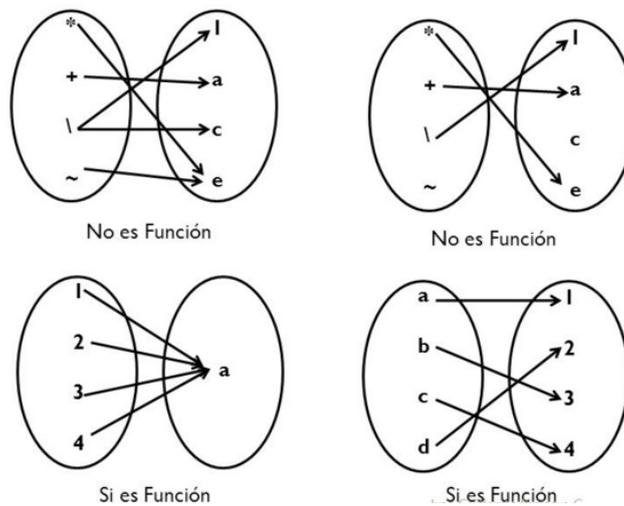


Fuente: Modificado de Almodóvar⁸

- **Función:** En base a Kerlinger y Lee⁷ es un tipo de relación en el cual no hay dos pares ordenados que tengan la misma coordenada x, es decir es una relación donde no se repite el

primer elemento en los pares ordenados, cuya distinción se aprecia en los ejemplos del esquema 2.

Esquema 2. Ejemplos de distinción de una función.

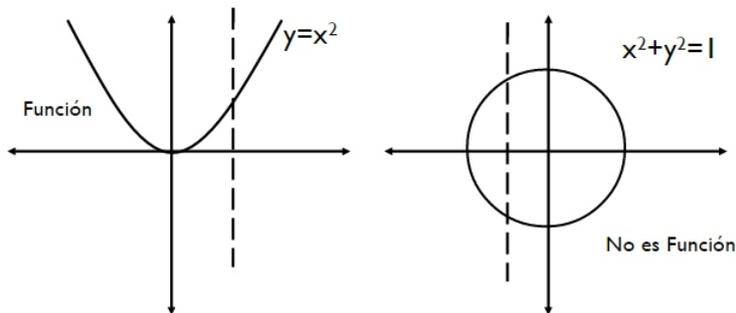


Fuente: Paniagua⁹.

La gráfica de una función f es la gráfica de la ecuación: $y = f(x)$ que se lee: y es una función de x. Una curva en el plano xy es la gráfica de una función

si se cumple que ninguna línea vertical se interseca con la curva más de una vez, como se aprecia en el esquema 3.

Esquema 3. Criterio de la recta vertical de distinción de una función en una gráfica.

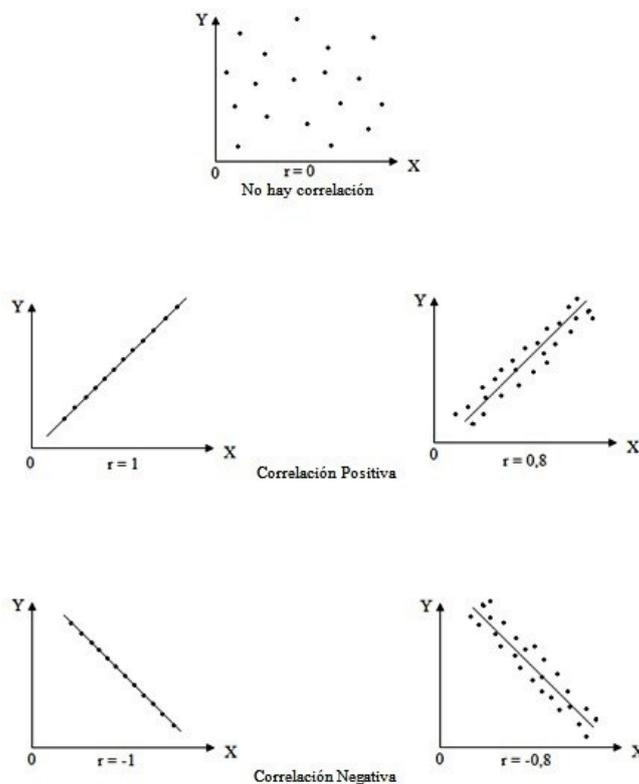


Fuente: Paniagua⁹.

- **Variable:** Según Kerlinger y Lee⁷ 'es una propiedad que puede tomar diferentes valores'. Ejemplos: sexo (valores: varón y mujer), nivel socioeconómico (valores: alto, medio y bajo).
- **Correlación:** Según Piscoya¹⁰ (2007) es el: 'Grado en que los valores de dos variables varían de manera conjunta, es decir, grado en

que los cambios en una de las variables están acompañados por cambios en la otra. La correlación se expresa habitualmente en función de un número que puede variar de -1,0 (relación negativa perfecta) a 0,0 (ausencia de relación) a 1,0 (relación positiva perfecta)', dicha variación se aprecia en el esquema 4.

Esquema 4. Variación de la correlación.



Fuente: Suarez¹¹

En la correlación a las variables se les clasifica en: variable independiente (X) y variable dependiente

(Y). En los experimentos a la variable independiente se le llama variable experimental.

- **Utilidad:** Propiedad por la que un objeto adquiere el valor de satisfacer una necesidad. En salud cuando se realiza una intervención se clasifica de la siguiente manera:
 - **Eficiencia:** Relación entre los recursos (talento humano, materiales y tiempo) y el objetivo propuesto en una intervención.
 - **Eficacia:** Grado en que una intervención logra el objetivo propuesto en condiciones ideales (generalmente en el laboratorio).
 - **Efectividad:** Grado en que una intervención logra el objetivo propuesto en condiciones habituales (generalmente en un ambiente clínico).

En base a los conocimientos anteriores se podrá comprender las siguientes tablas 1, 2 y 3.

Tabla 1: Conceptos introductorios, definiciones y ejemplos.

Definiciones Conceptos	Definición por género próximo	Definición por diferencia específica	Ejemplos
Ciencia	Sistema de conocimientos.	Su objetivo es comprender la realidad. Se obtuvo como resultado de la investigación científica.	Química, biología y farmacología.
Ciencia básica	Sistema de conocimientos.	Su objetivo es comprender la realidad. Se obtuvo como resultado de la investigación científica. No tiene utilidad práctica y moralmente es inofensivo.	Química, biología, sociología y neurociencia.
Ciencia aplicada	Sistema de conocimientos.	Su objetivo es comprender la realidad. Se obtuvo como resultado de la investigación científica. Tiene posible utilidad práctica a largo plazo y moralmente puede ser inofensivo o dañino.	Farmacología, psicología clínica y epidemiología descriptiva.
Tecnología	Sistema de conocimientos.	Su objetivo es controlar (variar deliberadamente) la realidad. Se obtuvo como resultado de la investigación tecnológica. Su base es la ciencia. Tiene utilidad práctica a corto plazo y moralmente puede ser inofensivo o dañino.	Farmacotecnología o tecnología farmacéutica, terapéutica, epidemiología normativa, agronomía, bioingeniería y derecho.
Método científico (general)	Procedimiento general de un equipo científico.	Su objetivo es conseguir la verdad objetiva. Trata problemas científicos. Es usado por la investigación científica (básica y aplicada). Es falible, perfectible y no es autosuficiente (se complementa con métodos especiales).	Método científico aplicado en farmacología y método científico aplicado en farmacotecnología.
Método especial o método científico específico	Técnica del método científico.	Su objetivo es conseguir la verdad objetiva. Trata problemas específicos de toda rama de la ciencia y tecnología.	Método especial para calcular, realizar muestreos, hacer preparaciones, observar y medir en biología.
Método tecnológico	Procedimiento general de un equipo tecnológico.	Su objetivo es conseguir la utilidad sirviéndose de la verdad objetiva. Trata problemas tecnológicos. Es usado por la investigación tecnológica.	Método tecnológico en bioingeniería.

Definiciones Conceptos	Definición por género próximo	Definición por diferencia específica	Ejemplos
Investigación científica	Mecanismo de un equipo científico.	Su objetivo es obtener nuevos conocimientos científicos, mediante la búsqueda de la respuesta a un problema científico, que es un problema directo (causa a efecto). Usa el método científico.	Investigación en química, biología y farmacología.
Investigación básica	Mecanismo de un equipo científico básico.	Su objetivo es obtener nuevos conocimientos científicos sin utilidad práctica, mediante la búsqueda de la respuesta a un problema científico, que es un problema directo (causa a efecto). Usa el método científico.	Investigación en química y biología.
Investigación aplicada	Mecanismo de un equipo científico aplicado.	Su objetivo es obtener nuevos conocimientos científicos con posible utilidad práctica a largo plazo, mediante la búsqueda de la respuesta a un problema científico, que es un problema directo (causa a efecto). Usa el método científico.	Investigación en farmacología.
Investigación tecnológica	Mecanismo de un equipo tecnológico.	Su objetivo es obtener nuevos conocimientos tecnológicos con utilidad práctica a corto plazo, mediante la búsqueda de la respuesta a un problema tecnológico, que es un problema inverso (efecto a causa). Usa el método tecnológico.	Investigación en farmacotecnología.
Producción económica	Mecanismo de un equipo de labor económica.	Su objetivo es obtener ganancias de los conocimientos, mediante la elaboración de artefactos. Tiene utilidad práctica inmediata.	Fabricación de productos industriales y comercialización de servicios.
Diseño de investigación científica o diseño de contrastación de la hipótesis	Proceso de planificación.	Su objetivo es garantizar la prueba de hipótesis (mediante reunión y análisis de datos). Es de dos tipos: observacional y experimental. Está plasmado en una estructura (incluye: esquemas gráficos y diagramas).	Diseños de investigación científica en: química, biología y farmacología.
Diseño de investigación tecnológica o diseño de contrastación de la regla tecnológica	Proceso de planificación.	Su objetivo es garantizar la prueba de la regla tecnológica (mediante reunión y análisis de datos). Es de tipo experimental. Está plasmado en una estructura (incluye: esquemas gráficos y diagramas).	Diseños de investigación tecnológica en farmacotecnología.
Diseño de artefacto	Proceso de planificación.	Su objetivo es garantizar el funcionamiento de la invención, mejoramiento o reparación de un artefacto. Está plasmado en un bosquejo. No usa conocimiento científico.	Diseño de puentes romanos de la edad antigua.
Diseño tecnológico	Proceso de planificación.	Su objetivo es garantizar el funcionamiento de la invención, mejoramiento o reparación de un artefacto. Está plasmado en un bosquejo. Usa conocimiento científico.	Diseño de: puentes modernos, máquinas, procesos industriales y medicamentos.

Fuente: Elaboración del autor en base a Bunge^{3, 12, 13, 14, 15, 16} y Kerlinger y Lee⁷

Comentario: Bunge⁴ indica que 'deben reconocerse tres diferentes aspectos de la medicina:

- La investigación biomédica: una ciencia aplicada, tal como la ciencia de los materiales.
- El diseño de terapias: una tecnología, tal como la ingeniería mecánica.
- La práctica médica: una técnica o servicio, tal como la plomería, solo que mucho más sofisticada'.

De lo cual se consideraría que la estomatología al ser parte de la medicina cumple con consideraciones similares, por lo cual el estomatólogo para ser considerado científico debe realizar investigación científica y para ser considerado tecnólogo debe realizar investigación tecnológica, y la práctica estomatológica es una técnica.

Tabla 2: Comparación de la investigación científica y la investigación tecnológica

Secuencia de las etapas de la investigación científica	Secuencia de las etapas de la investigación tecnológica
Inspección de un cuerpo de conocimiento.	Inspección de un cuerpo de conocimiento.
Elección de un problema científico en este cuerpo de conocimiento.	Elección de un problema tecnológico en este cuerpo de conocimiento.
Formulación de un problema científico.	Formulación de un problema tecnológico.
Aplicación o invención de un enfoque para afrontar el problema.	Aplicación o invención de un enfoque para afrontar el problema.
Solución tentativa (hipótesis).	Solución tentativa (regla tecnológica y diseño tecnológico).
Examen de la solución tentativa (contrastación de hipótesis y prueba conceptual de hipótesis o compatibilidad de la hipótesis con el cuerpo de conocimientos aceptados).	Examen de la solución tentativa (contrastación de regla tecnológica y construcción y prueba del prototipo).
Evaluación de la solución tentativa (se juzga si es verdadera).	Evaluación de la solución tentativa (se juzga si es útil).
Revisión o repetición de cualquiera de los pasos previos.	Revisión o repetición de cualquiera de los pasos previos.
Evaluación final (hasta nuevos conocimientos generalmente con valor cultural y perteneciente a la humanidad).	Evaluación final (hasta nuevos conocimientos generalmente con valor económico o patente y perteneciente a su creador).

Fuente: Elaboración del autor en base a Bunge^{3, 6, 14, 15, 16}.

Comentario: La investigación tecnológica no incluye hipótesis y en su lugar presenta reglas tecnológicas que son contrastadas con las mismas pruebas estadísticas usadas con las hipótesis. La prueba del prototipo puede ser usada junto con la contrastación de la regla tecnológica o como única

forma de examen, lo cual es característico en investigaciones tecnológicas avanzadas (ejemplo: en la invención de la bomba atómica se probó un prototipo y no fue necesario pruebas estadísticas con muchas bombas atómicas.

Tabla 3: Comparación del método científico y método tecnológico

Reglas del método científico	Reglas del método tecnológico
Formular un problema científico de forma precisa y específica.	Formular un problema tecnológico de forma precisa y específica.
Proponer una hipótesis precisa y fundada en la ciencia.	Proponer una regla tecnológica precisa y fundada en la ciencia.
Someter la hipótesis a contrastación rigurosa para decidir si es provisionalmente verdadera.	Someter la regla tecnológica a contrastación rigurosa para decidir si es provisionalmente útil.
No declarar definitivamente verdadera una hipótesis confirmada, ya que es corregible en investigaciones posteriores.	No declarar definitivamente útil una regla tecnológica confirmada, ya que es corregible en investigaciones posteriores.
Analizar si la hipótesis puede formularse mediante un mecanismo (hipótesis explicativa o mecanística).	Analizar si la regla tecnológica puede formularse mediante un mecanismo.

Fuente: Elaboración del autor en base a Bunge¹⁴ y Piscoya¹⁸.

Tabla 4: Comparación del problema científico y tecnológico con la hipótesis científica y regla tecnológica.

Problema científico	Problema tecnológico	Hipótesis científica	Regla tecnológica
Es una dificultad en el cuerpo de conocimientos para comprender una parte de la realidad, porque no hay conocimiento o es incoherente	Es una dificultad en el cuerpo de conocimientos para controlar una parte de la realidad, porque no hay conocimiento o es incoherente	Es una suposición provisional para comprender la parte de la realidad donde no hay conocimiento o es incoherente	Es una prescripción provisional para controlar la parte de la realidad donde no hay conocimiento o es incoherente
Se redacta como una oración interrogativa que cuestiona la comprensión del comportamiento autónomo de la realidad	Se redacta como una oración interrogativa que cuestiona la prescripción de lo que debe hacer el ser humano para controlar la realidad	Se redacta como una proposición para comprender el comportamiento autónomo de la realidad	Se redacta como una proposición para prescribir lo que debe hacer el ser humano para controlar la realidad
Revela una relación entre dos o más variables	Revela una relación entre dos o más variables	Revela una relación entre dos o más variables	Revela una relación entre dos o más variables
Surge de conocimientos previos	Surge de conocimientos previos	Surge de conocimientos previos	Surge de conocimientos previos

Fuente: Elaboración del autor.

REFERENCIAS

1. Mosterín J. Conceptos y teorías en la ciencia. Madrid: Alianza Editorial; 2003. 318p.
2. Bunge M. A la caza de la realidad. Barcelona: Gedisa; 2007. 452 p.
3. Bunge M. Diccionario de filosofía. 5ta ed. Buenos Aires: Siglo Veintiuno editores; 2007. 221 p.
4. Bunge M. Emergencia y convergencia. Novedad cualitativa y unidad del conocimiento. Barcelona: Gedisa; 2004. 398 p.

5. Bunge M. La relación entre la sociología y la filosofía. Madrid: Edaf; 2001. 359 p.
6. Bunge M. Seudo ciencia e ideología. Madrid: Alianza; 1985. 253 p.
7. Kerlinger F, Lee H. Investigación del comportamiento. 4ta ed. México, DF: McGraw-Hill; 1986. 902 p.
8. Almodóvar L. 2008. Módulo instruccional. Relaciones y funciones. [Citado: 23 marzo 2015]. Disponible en: <http://es.slideshare.net/luzalmodovar/mdulo-instruccional-relaciones-y-funciones-presentation-653480>
9. Paniagua J. 2014. Cálculo diferencial. [Citado: 23 marzo 2015]. Funciones reales. Disponible en: <http://slideplayer.es/slide/1126255/>
10. Piscoya L. El proceso de la investigación científica. Un caso y glosarios. Lima: Universidad Inca Garcilaso de la Vega; 2007. 203 p.
11. Suarez. 2014. Coeficiente de correlación de Karl Pearson. [Citado: 23 marzo 2015]. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos85/coeficiente-correlacion-karl-pearson/coeficiente-correlacion-karl-pearson.shtml#top>
12. Bunge M. Ciencia y desarrollo. Buenos Aires: Siglo XX; 1989. 168 p.
13. Bunge M. La ciencia, su método y su filosofía. Buenos Aires: Siglo Veinte; 2000. 112.
14. Bunge M. La investigación científica. Su estrategia y su filosofía. 4ta ed. México, DF: Siglo XXI editores; 2007. 805 p.
15. Bunge M. Filosofía para médicos. Barcelona: Gedisa; 2012. 207 p.
16. Bunge M. Filosofía de la tecnología y otros ensayos. Lima: Universidad Inca Garcilaso de la Vega; 2012. 352 p.
17. Bunge M. Buscar la filosofía en las ciencias sociales. México, DF: Siglo XXI Editores; 2007. 588 p.
18. Piscoya L. Investigación científica y educativa. Un enfoque epistemológico. Lima: Amaru; 1995. 213 p.

Correspondencia:

Autor: Laureano Dante Leandro Cornejo.
Dirección: Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo. Jr. José Sabogal 913, Cajamarca, Perú.
Tel. 076 365819.
E-mail: laureano.leandro@upagu.edu.pe