

2021



# METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

TAFUR FLORES, Nelly Graciela  
ESTEBAN ROBLADILLO, Isabel  
HERNÁNDEZ PANDURO, Otilia  
RAMÍREZ CHUMBE, Isabel  
CHOTA ISUIZA, Marco Antonio  
RAMÍREZ CHUMBE, Carlos Alberto



TAFUR FLORES, Nelly Graciela  
ESTEBAN ROBLADILLO, Isabel  
HERNÁNDEZ PANDURO, Otilia  
RAMÍREZ CHUMBE, Isabel  
CHOTA ISUIZA, Marco Antonio  
RAMÍREZ CHUMBE, Carlos Alberto

# METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN



**EDITOR:**

TAFUR FLORES, Nelly Graciela

# **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

## **AUTORES:**

- © TAFUR FLORES, Nelly Graciela
- © ESTEBAN ROBLADILLO, Isabel
- © HERNÁNDEZ PANDURO, Otilia
- © RAMÍREZ CHUMBE, Isabel
- © CHOTA ISUIZA, Marco Antonio
- © RAMÍREZ CHUMBE, Carlos Alberto

**Primera Edición Digital: Marzo, 2021**

**Publicación disponible en: <https://www.unu.edu.pe/enfermeria/>**

## **Editado por:**

**TAFUR FLORES, Nelly Graciela**  
**Dirección: Calle Carmen 2015**  
**Ucayali – Coronel Portillo – Manantay**  
**Perú**

**ISBN: 978-612-00-6163-3**



**Derechos Reservados. Prohibida la reproducción de este Libro Virtual por cualquier medio total o parcial, sin permiso expreso de los autores.**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por ser la luz que guía nuestras vidas.

A los autores que se mencionan en la bibliografía y algunos textos consultados, nuestro agradecimiento por los aportes para el desarrollo de la presente investigación.



## CONTENIDO

AGRADECIMIENTO .....	5
CONTENIDO .....	6
INTRODUCCIÓN .....	9

## CAPÍTULO I

CONOCIMIENTO Y SU ORIGEN.....	11
1. Significado de conocimiento .....	11
2. Fuentes de conocimiento. ....	11
3. Niveles del conocimiento.....	12
4. Relación entre sujeto y objeto .....	13
5. Características del conocimiento científico .....	14
6. Ciencia.....	16
7. Categorías del saber: <i>Por Aristóteles</i> .....	16
8. Interdisciplinariedad .....	18
9. Clasificación de Comte de la ciencia.....	18
10. Clasificaciones fundamentales de disciplinas científicas.....	19
11. Esquema de clasificación planteado por el epistemólogo alemán Rudolf Carnap (1955): .....	19
12. Clasificación de la ciencia según Mario Bunge .....	20
13. Caracterización de las ciencias según el esquema de Bunge.....	20
14. Construcción de la ciencia .....	22
15. Método hipotético-deductivo .....	24
16. Inductivismo.....	25
17. Crisis de la ciencia moderna.....	25
18. Posmodernidad.....	28
19. Construcción del saber científico. <i>Conocer y saber</i> : .....	30
20. Observación de los hechos.....	32

## CAPÍTULO II

LEY CIENTÍFICA .....	37
1. Caracterización de la ley científica .....	37
2. Teoría científica .....	38
3. Construcción de modelos .....	39
4. Formas de Teoría .....	41
5. La caja negra.....	41
6. Deducción e Inducción .....	43
7. Historia y progreso del conocimiento científico .....	46
8. La crisis de la ciencia del siglo XX.....	48
9. Verdad y Lenguaje formalizado. ....	50
10. Filosofía de la ciencia .....	52
11. Albert Einstein. ....	55
12. Bachelard. Filosofía del No.....	55
13. Ciencia: humanismo y cultura .....	56

## CAPÍTULO III

MÉTODO CIENTÍFICO .....	58
1. Método científico e Investigación científica.....	58
2. Consenso científico y objetividad.....	60
3. Aplicaciones de la lógica y de las matemáticas en la ciencia .....	61
4. Divulgación científica .....	62
5. Influencia en la sociedad.....	63
6. Filosofía y sociología de la ciencia .....	63
7. Rol en las posibilidades del descubrimiento .....	66
8. Relación con las matemáticas.....	67
9. Metodología.....	71
10. El Método Científico .....	74

## CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	77
1. Definición .....	77
2. Términos filosóficos. ....	77
3. La heurística como metodología científica .....	78
4. Metodología de ciencias sociales .....	79
5. Tipología - métodos científicos.....	81
6. Descripciones del método científico .....	84
7. El método científico como método para la eliminación de falacias y prejuicios .....	86
9. Modelo pragmático .....	89
10. Comunicación y comunidad.....	90
11. Evaluación por revisión por pares.....	91
12. Documentación y replicación.....	91
13. Archivo.....	91
14. Intercambio de datos.....	92
15. Limitaciones.....	92
16. Dimensiones de la práctica .....	92
17. 10 pasos para una investigación científica (59) .....	93
a. Concebir la idea a investigar .....	93
b. Plantear el problema de investigación .....	94
c. Elaborar el marco teórico: .....	96
d. Definir tipo y nivel de investigación .....	97
e. Establecer las hipótesis y definir las variables:.....	98
f. Seleccionar el diseño apropiado de investigación: .....	101
g. Seleccionar los sujetos a estudiar:.....	103
h. Recolectar los datos: .....	105
i. Analizar los resultados: .....	106
j. Presentar el reporte de resultados: .....	107
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	113



## INTRODUCCIÓN

Los estudiantes interesados que se estarán preguntando si la Ciencia es un conjunto de hechos aislados, de teorías y leyes rígidas que uno debe conocer, o si es un conjunto de procedimientos para descubrir y analizar hechos y desarrollar teorías. En realidad, la Ciencia es una combinación de todo esto.

La Ciencia implica el estudio de un área del conocimiento. Este conocimiento es racional, porque ha sido originado a lo largo de años y años de trabajo, por innumerables personalidades dedicadas a la Ciencia.

La Ciencia como producto la conforma el conjunto de hechos, principios, teorías y leyes que el ser humano ha formulado para comprender la realidad que lo rodea y que luego le ha permitido transformarla. Como proceso la Ciencia es una forma estructurada y dirigida de formular preguntas y hallar respuestas. Una forma disciplinada de la curiosidad humana (Alfred, Whitehead).

De acuerdo con lo anterior, para lograr un efectivo aprendizaje de las ciencias y alcanzar sus objetivos, debemos considerarlas como producto y como proceso inseparablemente. Sólo así lograremos vencer la forma tradicional de memorización de conceptos, descripción de fenómenos, y buscar en cambio el cómo y el porqué de los hechos, y elaborar nuestras propias conclusiones.

Es decir, introducirnos a la Metodología de la Investigación, donde seguramente podremos expresar mejor toda nuestra capacidad creativa. Así la ciencia adquiere su verdadera importancia, al permitir que la persona desarrolle una cultura científica para abordar los problemas de la vida diaria, la cual la llevará necesariamente al conocimiento científico de la realidad y, posteriormente, a la transformación de ésta en beneficio del ser humano y de la sociedad.

La compilación, busca proporcionar a usted, señor, estudiante, algunos elementos de metodología que le permitan, adquirir los conocimientos básicos del mundo que nos rodea, con una metodología científica, espero que usted desarrolle una cultura científica para actuar en su vida cotidiana. Recuerde que esa cultura no se hereda, se aprende a lo largo de la vida académica, a costa de muchos esfuerzos y ejercicios.

# CAPÍTULO I

## CONOCIMIENTO Y SU ORIGEN

# CAPÍTULO I

## CONOCIMIENTO Y SU ORIGEN

### 1. Significado de conocimiento

El conocimiento significa aprehensión de un objeto. “Un conocimiento es objetivo cuando se ha logrado aprehender del objeto tal y como realmente es”.

El conocimiento es producto de la práctica social del hombre sobre la naturaleza y la sociedad. Es decir, el conocimiento se origina a partir de la práctica social, significa que el hombre cuando se relaciona con la realidad objetiva: contexto socio cultural, ambiental, histórico, etc., adquiere conocimiento. (1)

“El conocimiento es producto de un proceso que pasa por 2 etapas: una empírica y otra racional, es producto de la experiencia más la razón”.

¿De dónde provienen las ideas correctas? ¿Caen del cielo? No. ¿Son innatas de los cerebros? No. Sólo puede provenir de la práctica social, de las tres clases de práctica: la lucha por la producción, la lucha de clases y los experimentos científicos en la sociedad.

### 2. Fuentes de conocimiento.

El hombre logra el conocimiento a partir de las siguientes fuentes:

- a. Escritas o documentales. - Se logra conocimientos a través de fuentes escritas o documentales del pasado histórico.
- b. Orales. - Consisten en la transmisión de conocimientos de generación a generación en forma oral.
- c. Materiales o arqueológicas. - Se logra conocimiento a través de los restos arqueológicos o materiales. Ejemplo: restos de cerámica, restos de alimentos, restos arquitectónico, ect.
- d. Lingüísticas. - Se logra el conocimiento a través de las diversas lenguas o idiomas, dialectos etc.

- e) Etnográficas. - Se logra conocimiento a través de un conjunto de costumbres, tradiciones, etc. o sea conociendo el presente se puede conocer el pasado histórico. (1)

### 3. Niveles del conocimiento

Cuando el hombre se relaciona con la realidad objetiva (naturaleza y sociedad) se da tres niveles de conocimiento: ordinario o común, científico y filosófico.

1. El Conocimiento ordinario o común. - Llamado también conocimiento empírico, es propio del ser humano y se logra en base a un conjunto de experiencias logradas dentro de la práctica social. Este es un saber que surge de manera natural y espontánea, sobre la base de la experiencia cotidiana. Es decir, es un conjunto de saberes que surge de la práctica social, de la experiencia; el hombre no se propone conscientemente obtener algún conocimiento de la ciencia, sino que los alcanza indirectamente, o sea de manera espontánea y diaria para solucionar los diferentes problemas y dificultades en el desarrollo de la actividad laboral. Es ametódico y asistemático.

2. El conocimiento Científico. - Es un conocimiento profundo, sistemático, metódico, planificado, teórico y práctico. Es producto de una investigación científica y fundamentalmente tiene como base al método científico. El hombre se propone conscientemente obtener el conocimiento de la ciencia y alcanza directamente. El conocimiento científico va más allá del empírico.

Los conocimientos científicos o ciencia son sistemas de teorías, leyes, categorías y principios comprobados y verificados mediante la práctica social, que describen, explican, definen y predicen determinados hechos y fenómenos de la realidad, sean estos, naturales o sociales, y que se producen como resultado de la aplicación del método científico de investigación.

3. El conocimiento filosófico. - Es el conocimiento del pensamiento y la concepción universal.” Es una etapa superior del conocimiento: teórico, racional, problemático y especulativo...” La filosofía proporciona al hombre los elementos para asumir una posición crítica frente a su realidad, frente al mismo proceso del conocimiento científico. Es la base para los distintos campos del conocimiento científico, eso significa que no existe investigación científica sin filosofía.

**4. Relación entre sujeto y objeto**

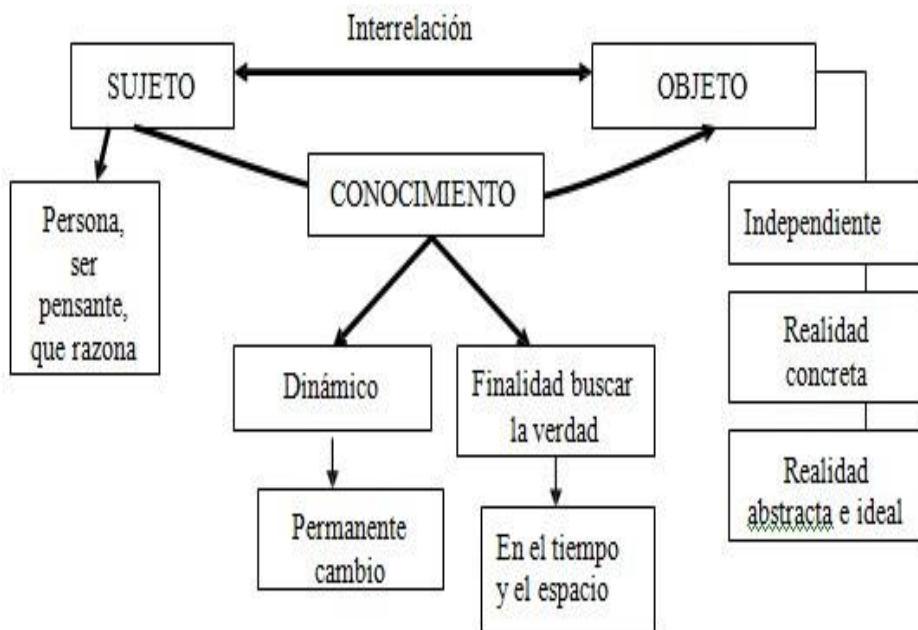
La realidad objetiva es todo lo que rodea al hombre que constituye lo natural y social. Existe independiente y fuera de la voluntad humana en forma concreta con todas sus características y leyes propias. Es decir, está constituido por el mundo exterior e interior.

*¿Qué es conocer?*

Es un proceso de apropiación de la realidad desconocida. Es decir, el sujeto se apropia en cierta forma del objeto conocido.

**Relación entre el sujeto y el objeto**

Existe una estrecha relación entre el sujeto y objeto.



Existe una estrecha relación entre la realidad objetiva y el proceso de conocimiento. No existe conocimiento sin la realidad objetiva, de allí la meta principal de todo estudiante o trabajador intelectual es lograr la verdad objetiva mediante el conocimiento de la realidad objetiva.

## CONOCIMIENTO CIENTÍFICO:

### 5. Características del conocimiento científico

a. Saber crítico fundamentado.

El conocimiento científico es un conjunto de verdades válido y verificado en la experiencia.

Se fundamenta en la teoría y práctica.

Las leyes y teorías científicas son hipótesis de explicación.

b. Explica y predice hechos, por medio de leyes.

La ciencia busca explicar la realidad mediante leyes, las cuales posibilitan además predicciones y aplicaciones prácticas (la tecnología).

Las leyes científicas permiten adelantarse a los acontecimientos o sucesos.

Las leyes permiten la predicción de los fenómenos.

Las leyes permiten comprender hechos ya ocurridos.

c. Sistemático.

Es un sistema de ideas conectadas lógicamente entre sí.

Está constituido por un conjunto de proposiciones relacionadas entre sí y mediante la investigación científica se relaciona.

Los nuevos conocimientos se integran al sistema, relacionándose con los ya establecidos.

Se ajusta a un sistema de normas o principios.

d. Verificable.

El conocimiento científico es un conocimiento verificado y probado.



La validez de sus teorías es confrontada con la realidad y la práctica.

El conocimiento científico es verificado a través de la observación y la experimentación (observación: registro de datos de un fenómeno, experimentación = se realiza bajo situaciones controladas).

La experimentación posibilita la verificación.

e. Metódico.

Es ordenado.

Se aplica los métodos científicos, es claro y preciso, porque procura la precisión, nunca puede ser vago e inexacto.

Explica los motivos de su certeza.

f. Objetivo.

Es subjetivo, porque varía en cada sujeto, según su concepción filosófica de cada individuo.

Es objetivo porque comprende objetivamente a la realidad.

g. Comunicable (lenguaje científico).

La objetividad del conocimiento científico exige como requisito un lenguaje preciso y unívoco, comunicable a cualquier sujeto capacitado.

Son comunicados en un lenguaje construido con reglas precisas y explícitas donde se evita la ambigüedad.

h. Provisorio.

Las leyes científicas no son formuladas para siempre.

El avance de la investigación científica modifica y reemplaza nuevas teorías.

El conocimiento científico avanza a grandes velocidades.

Prosigue sus investigaciones con el fin de progresar en la comprensión de la realidad.

i. Es general y legal

Las leyes son de amplio alcance.

Busca leyes y los aplica a las distintas ramas del conocimiento.

Se basa en leyes naturales y sociales, los cuales están relacionadas entre sí.

Las leyes son proposiciones universales que establecen bajo qué circunstancias ocurre determinado hecho.

Por medio de leyes se comprenden hechos particulares (dilatación = calor + gas) (2)

### 6. Ciencia

La ciencia (del latín scientia 'conocimiento') es el conjunto de conocimientos estructurados sistemáticamente. La ciencia es el conocimiento obtenido mediante la observación de patrones regulares, de razonamientos y de experimentación en ámbitos específicos, a partir de los cuales se generan preguntas, se construyen hipótesis, se deducen principios y se elaboran leyes generales y sistemas organizados por medio de un método científico. (1,2)

La ciencia considera distintos hechos, que deben ser objetivos y observables. Estos hechos observados se organizan por medio de diferentes métodos y técnicas, (modelos y teorías) con el fin de generar nuevos conocimientos. Para ello hay que establecer previamente unos criterios de verdad y asegurar la corrección permanente de las observaciones y resultados, estableciendo un método de investigación. La aplicación de esos métodos y conocimientos conduce a la generación de nuevos conocimientos objetivos en forma de predicciones concretas, cuantitativas y comprobables referidas a hechos observables pasados, presentes y futuros. Con frecuencia esas predicciones pueden formularse mediante razonamientos y estructurarse como reglas o leyes generales, que dan cuenta del comportamiento de un sistema y predicen cómo actuará dicho sistema en determinadas circunstancias.

### 7. Categorías del saber: Por Aristóteles

Hasta el Renacimiento todo el saber que no fuera técnico o artístico se situaba en el ámbito de la filosofía. El conocimiento de la naturaleza era sobre la totalidad: una ciencia universal. Aristóteles usó los términos episteme y philosophia

para clasificar las ciencias, pero con un significado y contenido muy diferente al de «ciencia» en la Modernidad. Las primeras clasificaciones se remontan a Aristóteles, que considera *tres categorías del saber*:

*Teoría*, que busca la verdad de las ideas, como formas y como sustancias. Este saber está constituido por las ciencias cuyo conocimiento está basado en el saber por el saber: Matemáticas, Física y Metafísica.

*Praxis o saber práctico* encaminado al logro de un saber para guiar la conducta hacia una acción propiamente humana en cuanto racional: lo formaban la Ética, la Política, la Económica y la Retórica.

*Poiesis o saber creador*, saber poético, basado en la transformación técnica. Lo que hoy día se englobaría en la creación artística, artesanía y la producción de bienes materiales.

**La clasificación aristotélica** sirvió de fundamento para todas las clasificaciones que se hicieron en la Edad Media hasta el Renacimiento, cuando las grandes transformaciones promovidas por los grandes adelantos técnicos plantearon la necesidad de nuevas ciencias y sobre todo nuevos métodos de investigación que culminarán en la ciencia moderna del siglo XVII. Entonces aparece un concepto moderno de clasificación que supone la definitiva separación entre ciencia y filosofía.

En la Edad Moderna Tommaso Campanella, Comenio, Bacon, Hobbes y John Locke propusieron diferentes clasificaciones. El *Systema Naturae* (1735) de Linneo, estableció los criterios de clasificación que más influencia han tenido en el complejo sistema clasificatorio de las ciencias naturales. André-Marie Ampère confeccionó una tabla con quinientas doce ciencias.

En la Ilustración, D'Alembert escribió:

«No hay sabios que gustosamente no colocaran la ciencia de la que se ocupan en el centro de todas las ciencias, casi en la misma forma que los hombres primitivos se colocaban en el centro del mundo, persuadidos de que el universo

había sido creado por ellos. Las profesiones de muchos de estos sabios, examinándose filosóficamente, encontrarían, posiblemente, incluso, además del amor propio, causas de peso suficiente para su justificación» (3)

## 8. Interdisciplinariedad

A partir del siglo XIX y con el importante crecimiento experimentado por el conocimiento científico surgieron numerosas disciplinas científicas nuevas con yuxtaposiciones de parcelas establecidas por ciencias anteriores: bioquímica, biogeoquímica, sociolingüística, bioética, etc. La sistematización científica requiere el conocimiento de diversas conexiones, mediante leyes o principios teóricos, entre diferentes aspectos del mundo empírico que se caracterizan mediante conceptos científicos. Así los conceptos de la ciencia son nudos en una red de interrelaciones sistemáticas en la que las leyes y los principios teóricos constituyen los hilos... Cuantos más hilos converjan o partan de un nudo conceptual, tanto más importante será su papel sistematizado o su alcance sistemático (4).

## 9. Clasificación de Comte de la ciencia

### Auguste Comte

En el siglo XIX **Auguste Comte** Estudió en la Escuela Normal Superior de París donde se licenció en Ciencias en 1823. Catedrático de Análisis Matemático en la Universidad de Lyon en 1834. Rector de la Academia de Dijon de 1854 a 1862. Se considera a Comte como el matemático que comenzó la sistematización formal de la economía. Hizo una clasificación, mejorada después por Antoine-Augustin Comte en 1852 y por Pierre Naville en 19204 “Comte basó su clasificación jerárquica en el orden en que las ciencias habían entrado, según su percepción, en estado positivo, así como en su complejidad creciente y generalización decreciente. De esta forma ordenó a las ciencias” (5) Comte justifica la inclusión de la sociología en la clasificación, de la siguiente forma:

Poseemos ahora la ciencia de la matemática, una física celeste, una física terrestre ya mecánica o química, una física vegetal y una física animal; todavía necesitamos una más y la última, la física social, para completar el sistema de nuestro conocimiento de la naturaleza.

## 10. Clasificaciones fundamentales de disciplinas científicas.

Una clasificación general ampliamente usada es la que agrupa las disciplinas científicas en tres grandes grupos:(6)

## 11. Esquema de clasificación planteado por el epistemólogo alemán Rudolf Carnap (1955):

*Ciencias formales.* Estudian las formas válidas de inferencia: lógica - matemática. No tienen contenido concreto; es un contenido formal, en contraposición al resto de las ciencias fácticas o empíricas.

*Ciencias naturales.* Son aquellas disciplinas científicas que tienen por objeto el estudio de la naturaleza: astronomía, biología, física, geología, química, geografía física y otras.

*Ciencias sociales.* Son aquellas disciplinas que se ocupan de los aspectos del ser humano —cultura y sociedad—. El método depende particularmente de cada disciplina: administración, antropología, ciencia política, demografía, economía, derecho, historia, psicología, sociología, geografía humana y otras.

Sin embargo, dicha clasificación ha sido discutida y requiere de cierta discusión complementaria. Así Wilhelm Dilthey considera inapropiado el modelo epistemológico de las «Naturwissenschaften» 'ciencias naturales'. Es decir, considera inadecuado usar el método científico, pensado para la física, a disciplinas que tiene que ver el estudio del hombre y la sociedad; y propone un modelo completamente diferente para las «Geisteswissenschaften» ('ciencias humanas' o 'ciencias del espíritu'), la filosofía, la psicología, la historia, la sociología, etc. Si para las ciencias naturales el objetivo último es la explicación, basada en la relación causa/efecto y en la elaboración de teorías descriptivas de los fenómenos, para las ciencias humanas se trata de la comprensión de los fenómenos humanos y sociales.

## 12. Clasificación de la ciencia según Mario Bunge

Mario Bunge (7) considera el criterio de clasificación de la ciencia en función del enfoque que se da al conocimiento científico: por un lado, el estudio de los procesos naturales o sociales (el estudio de los hechos) y, por el otro, el estudio de procesos puramente lógicos (el estudio de las formas generales del pensar humano racional); es decir, postuló la existencia de una ciencia factual (o ciencia fáctica) y una ciencia formal.

*Las ciencias factuales* se encargan de estudiar hechos auxiliándose de la observación y la experimentación. La física, la psicología y la sociología son ciencias factuales porque se refieren a hechos que se supone ocurren en la realidad y, por consiguiente, tienen que apelar al examen de la evidencia científica empírica. (7)

1. La ciencia experimental se ocupa del estudio del mundo natural. Por mundo natural se ha de entender todo lo que pueda ser supuesto, detectado o medido a partir de la experiencia. En su trabajo de investigación, los científicos se ajustan a un cierto método, un método científico general y un método específico al campo concreto y a los medios de investigación.
2. La llamada «ciencia aplicada» consiste en la aplicación del conocimiento científico teórico (la llamada ciencia «básica» o «teórica») a las necesidades humanas y al desarrollo tecnológico. Es por eso que es muy común encontrar, como término, la expresión «ciencia y tecnología».

*Las ciencias formales*, en cambio, crean su propio objeto de estudio; su método de trabajo es puro juego de la lógica, en cuanto formas del pensar racional humano, en sus variantes: la lógica y las matemáticas. En la tabla que sigue se establecen algunos criterios para su distinción (8)

## 13. Caracterización de las ciencias según el esquema de Bunge



	<i>FORMALES</i>	<i>FÁCTICAS</i>
<b>OBJETO DE ESTUDIO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Estudian entes formales, ideales o conceptuales</li> <li>✓ Dichos entes son postulados hipotéticamente contruidos, propuestos, presupuestos o definidos) por los científicos que los estudian.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Estudia el mundo de los hechos (Desde las galaxias a las partículas subatómicas).</li> <li>✓ Tales hechos se asumen que tienen existencia con independencia de los científicos y de las comunidades que los estudian, aunque puedan tener interacciones con ellos.</li> </ul>
<b>MODO DE VALIDACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Parten de axiomas o postulados y a partir de ellos demuestran teoremas.</li> <li>✓ Los axiomas son relativos al contexto en el cual se opera.</li> <li>✓ No requieren de cotejo empírico o experimentación.</li> <li>✓ Sus conclusiones adquieren grado de certeza.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Se trabaja a partir de las consecuencias observacionales que se derivan de las conjeturas o hipótesis propuestas.</li> <li>✓ Juzgan sobre su adecuación al trozo de realidad que pretenden describir o explicar.</li> <li>✓ El resultado favorable es provisional sujeto a corrección y revisión.</li> </ul>
<b>OBJETIVO QUE PERSIGUE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Buscan la coherencia interna.</li> <li>✓ Busca la verdad lógica y necesaria.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Procura describir y explicar hechos y realidades ajenas a ellas mismas.</li> <li>✓ Persiguen la verdad material o contingente.</li> </ul>

El Premio Nobel de Química, Ilya Prigogine, propone superar la dicotomía entre la cultura de las ciencias humanísticas por un lado y el de las ciencias exactas por el otro porque el ideal de la ciencia es el de un esquema universal e intemporal, mientras que las ciencias humanas se basan en un esquema histórico ligado al concepto de situaciones nuevas que se superponen. (8,9,)

#### 14. Construcción de la ciencia

A lo largo de los siglos la ciencia viene a constituirse por la acción e interacción de tres grupos de personas (10).

Los artesanos, constructores, los que abrían caminos, los navegantes, los comerciantes, etc. resolvían perfectamente las necesidades sociales según una acumulación de conocimientos cuya validez se mostraba en el conocimiento y aplicación de unas reglas técnicas precisas fruto de la generalización de la experiencia sobre un contenido concreto. (11)

Los filósofos mostraban unos razonamientos que «extendían el dominio de las verdades demostrables y las separaba de la intuición|. /... La uniformidad del Ser sobrevivió en la idea de que las leyes básicas han de ser independientes del espacio, del tiempo y de las circunstancias». (12)

Platón postuló que las leyes del universo tenían que ser simples y atemporales. Las regularidades observadas no revelaban las leyes básicas, pues dependían de la materia, que es un agente de cambio. Los datos astronómicos no podrían durar siempre. Para hallar los principios de ellos hay que llegar a los modelos matemáticos y «abandonar los fenómenos de los cielos». (13)

Aristóteles valoró la experiencia y la elaboración de conceptos a partir de ella mediante observaciones; pero la construcción de la ciencia consiste en partir de los conceptos para llegar a los principios necesarios del ente en general. Fue un hábil observador de «cualidades» a partir de las cuales elaboraba conceptos y definiciones, pero no ofreció ninguna teoría explícita sobre la investigación. Por eso su ciencia ha sido considerada «cualitativa» en cuanto a la descripción, pero platónica en cuanto a su fundamentación. Para Aristóteles el valor de la experiencia se orienta hacia teorías basadas en explicaciones «cualitativas», y a la búsqueda de principios (causas) cada vez más generales a la búsqueda del principio supremo del que se «deducen» todos los demás. Es por eso que el argumento definitivo está basado en la deducción y el silogismo. (14)

Esta ciencia deductiva a partir de los principios, es eficaz como exposición teórica del conocimiento considerado válido, pero es poco apta para el descubrimiento. Leonardo da Vinci: El hombre es el centro en la cultura humanista del Renacimiento

El sistema solar de Tycho Brahe. El sol y la luna giran alrededor de la tierra, pero los planetas giran alrededor del sol. (15)

Sobre la base de toda la tradición mantenida por los grupos anteriores, los científicos de la ciencia moderna: difieren de los filósofos por favorecer lo específico y experimental y difieren de los artesanos por su dimensión teórica.

Su formación como grupo y eficacia viene marcada a partir de la Baja Edad Media, por una fuerte reacción antiaristotélica y, en el Renacimiento, por un fuerte rechazo al argumento de autoridad y a la valoración de lo humano con independencia de lo religioso. Son fundamentales en este proceso, los nominalistas, Guillermo de Ockham y la Universidad de Oxford en el siglo XIV; en el Renacimiento Nicolás de Cusa, Luis Vives, Erasmo, Leonardo da Vinci etc.; los matemáticos renacentistas, Tartaglia, Stevin, Cardano o Vieta y, finalmente, Copérnico y Tycho Brahe en astronomía. Ya en el XVII Francis Bacon, y Galileo promotores de la preocupación por nuevos métodos y formas de estudio de la Naturaleza y valoración de la ciencia, entendida ésta como dominio de la naturaleza y comprendiéndola mediante el lenguaje matemático.

A partir del siglo XVII se constituye la ciencia tal como es considerada en la actualidad, con un objeto y método independizado de la filosofía.

La órbita clásica de Kepler. La órbita es elíptica. El movimiento de la tierra no es uniforme. El cielo clásico circular y de movimientos uniformes, perfecto, es definitivamente superado con las leyes de Kepler.

En un punto fue necesaria la confrontación de dos sistemas (Descartes-Newton) contemporáneos en la concepción del mundo natural (16)

Descartes, *Principia philosophiae* (1644), a pesar de su indudable modernidad, mantiene la herencia de la filosofía anterior anclada en las formas divinas propone un método basado en la deducción a partir de unos principios, las ideas innatas, formas esenciales y divinas como «principios del pensar». El mundo es un «mecanismo» determinista regido por unas leyes determinadas que se pueden conocer como ciencia mediante un riguroso método de análisis a partir de intuiciones evidentes. Es la consagración definitiva de la nueva ciencia, el triunfo del anti aristotelismo medieval, la imagen heliocéntrica del mundo, la superación de la división del universo en mundo sublunar y supralunar en un único universo mecánico.

Isaac Newton, *Principia Mathematica philosophiae naturalis*, (1687). Manteniendo el espíritu anterior sin embargo realiza un paso más allá: el rechazo profundo a la hipótesis cartesiana de los vórtices. La ciencia mecanicista queda reducida a un cálculo matemático a partir de la mera experiencia de los hechos observados sobre un espacio-tiempo inmutable.

Tanto uno como otro daban por supuesto la exactitud de las leyes naturales deterministas fundadas en la voluntad de Dios creador. Pero mientras el determinismo de Descartes se justifica en el riguroso método de ideas a partir de hipótesis sobre las regularidades observadas, Newton constituía el fundamento de dichas regularidades y su necesidad en la propia «observación de los hechos». Mientras uno mantenía un concepto de ciencia «deductiva», el otro se presentaba como un verdadero «inductivista», *Hypotheses non fingo*. (17)

## 15. Método hipotético-deductivo

Una de las grandes aportaciones de Galileo Galilei a la ciencia consistió en combinar la lógicamente la observación de los fenómenos con dos métodos desarrollados en otras ramas del conocimiento formal: la hipótesis y la medida. Supone el origen del método experimental que él llamó "resolutivo-compositivo", y ha sido muchas veces considerado con el nombre de "hipotético-deductivo" como prototipo del método científico e independiente del método empírico-analítico.

Según Ludovico Geymonat la lógica empírica se caracteriza por tres métodos estructurados en un todo: (18)

1. Buscar una hipótesis como explicación teórica.
2. Buscar una unidad de medida para medir el fenómeno.
3. Buscar un experimento, es decir, una observación condicionada preparada para medir y corroborar la hipótesis.

### 16. Inductivismo

Sir Francis Bacon, uno de los promotores del inductivismo como método científico.

El inductivismo considera el conocimiento científico como algo objetivo, medible y demostrable, a partir solamente de procesos de experimentación observables en la naturaleza a través de nuestros sentidos. Por lo tanto, los inductivistas están preocupados por la base empírica del conocimiento. (19)

Esta filosofía de la ciencia comienza a gestarse durante la revolución científica del siglo XVII, y se consolida definitivamente como paradigma del método científico por la fundamental obra de Isaac Newton. Francis Bacon insistió en que para comprender la naturaleza se debía estudiar la naturaleza misma, y no los antiguos escritos de Aristóteles. Así, los inductivistas comenzaron a renegar de la actitud medieval que basaba ciegamente sus conocimientos en libros de los filósofos griegos y en la Biblia.

El inductivismo gozó de una enorme aceptación hasta buena parte del siglo XX, produciendo enormes avances científicos desde entonces. Sin embargo, con la crisis de la ciencia moderna surge el Problema de la inducción, que lleva al ocaso de este paradigma.

### 17. Crisis de la ciencia moderna

Distinción analítico-sintética y Problema de la inducción.

A pesar del indudable progreso de la ciencia durante los siglos XVII, XVIII y XIX seguía en pie la cuestión del fundamento racional de la misma sobre dos justificaciones divergentes:

- ☞ El racionalismo que fundamenta el método hipotético-deductivo: la ley científica se justifica en una deducción teórica a partir de una hipótesis o teorías científicas.
- ☞ El empirismo que fundamenta el método inductivo: la ley científica se justifica en la mera observación de los hechos.

El problema es planteado de modo definitivo por Kant respecto a la distinción entre juicios analíticos y sintéticos; la posibilidad de su síntesis, como juicios sintéticos a priori, considerados como los juicios propios de la ciencia, permanecía en la sombra sin resolver:

VERDAD	CONDICIÓN	ORIGEN	JUICIO	EJEMPLO
Verdad de hecho	Contingente y particular	A posteriori; depende de la experiencia.	Sintético: Amplía el conocimiento. El predicado no está contenido en la noción del sujeto.	Tengo un libro entre las manos. Está saliendo el sol.
Verdad de razón	Necesaria universal	A priori; no depende de la experiencia.	Analítico: el predicado se encuentra en la noción del sujeto. No se amplía el conocimiento.	Todos los A son B → Si "algo" (x) es A entonces ese algo (x) es B  Si $a \cdot a = a^2$ entonces $\sqrt{a^2} = a$
Verdad científica	Universal necesaria	A priori; no depende de la experiencia, pero únicamente se aplica a la experiencia.	Sintético a priori: amplía el conocimiento. Solo aplicable a los fenómenos.	Si a y b son cuerpos → a y b Experimentan entre sí una fuerza... Los cuerpos se atraen en razón directa de sus masas y en razón inversa al cuadrado de sus distancias.



¿Cómo y por qué la Naturaleza en la experiencia se somete a las «reglas lógicas de la razón» y a las matemáticas?

Los matemáticos se dividieron en intuicionistas y logicistas.

*Los intuicionistas* consideran la matemática un producto humano y que la existencia de un objeto es equivalente a la posibilidad de su construcción, por lo que no admitían el axioma del tercio excluso. El argumento no puede ser tomado como lógica y formalmente válido sin restricción. Todo objeto lógico ha de poder ser previamente construido, lo que plantea especiales problemas lógicos para la negación. Por ello consideraron las verdades de la ciencia probabilísticas, algo así como: «hay razones para considerar verdadero» ... Rechazando algunos teoremas y métodos de Georg Cantor. El empirismo de David Hume mantiene su vigencia en la no-realidad de los universales ahora matemáticamente tratados como conjuntos.

Por su parte los formalistas pretendieron construir la traducción posible de los contenidos de la ciencia a un lenguaje lógico uniforme y universal que, como «método unificado de cálculo» hiciera de la ciencia un logicismo perfecto. Tal venía a ser el programa de Hilbert: formalización perfecta de la lógica-matemática, capaz de figurar la realidad mundana debidamente formalizada en un sistema perfecto

El programa de Hilbert se vino definitivamente al traste cuando Kurt Gödel (1931) demostró los teoremas de incompletitud, haciendo patente la imposibilidad de un sistema lógico perfecto. Por otro lado la mecánica cuántica en su expresión matemática abre una brecha entre espacio- tiempo y materia y salva el tradicional abismo entre el observador y la realidad por caminos que traen conturbados a los científicos y han sumido a los filósofos en una gran confusión. En definitiva:

**Matemáticamente:** Si un sistema es completo no es decidible. Si es decidible, no es completo.

**Físicamente:** La energía aparece como discontinua; las partículas se manifiestan según circunstancias, como tales partículas o como ondas. El espacio y el tiempo pierden el carácter de absoluto de la mecánica clásica de Newton; etc.

En 1934 **Karl Popper** (20) publica *La lógica de la investigación científica*, que pone en cuestión los fundamentos del inductivismo científico, proponiendo un nuevo criterio de demarcación de la ciencia, así como una nueva idea de verificación por medio de la falsación de teorías y una aproximación asintótica de la verdad científica con la realidad.

En 1962 Kuhn propone un nuevo modo de concebir la construcción de la ciencia bajo el concepto de «cambio de paradigma científico», que hiciera posible el no tener que considerar necesariamente falsas todas las teorías obsoletas de la ciencia anterior.

En 1975 Feyerabend publica un polémico libro, *contra el método* (21) *Esquema de una teoría anarquista del conocimiento*. Tras analizar críticamente el proceso seguido por Galileo en su método resolutivo-compositivo, rompe el «paradigma» del método hipotético-deductivo considerado como el fundamento del método científico como tal.

El propio progreso de las ciencias muestra evidencias claras de que las regularidades de la naturaleza están llenas de excepciones. La creencia en leyes necesarias y la creencia en el determinismo de la Naturaleza, que inspiró tanto a los griegos como a la Ciencia Moderna hasta el siglo XX, así como el hecho de que la observación se justifica a partir de la experiencia, se ponen seriamente en cuestión.

## 18. Posmodernidad

La cuestión entre realismo y empirismo no ha cambiado sigue como siempre, los investigadores estudian eventos particulares, realizan entrevistas, invaden los laboratorios, desafían a los científicos, examinan sus tecnologías, sus imágenes, sus concepciones, y exploran el gran antagonismo que a menudo existe entre disciplinas, escuelas y grupos de investigación. Resumiendo, exponiendo y

publicando sus resultados, incrementando nuevos conocimientos, nuevas teorías podemos decir que el problema no es ahora el de cómo articular el monolito ciencia, sino el de qué hacer con la desparramada colección de esfuerzos que han ocupado su lugar.

Lyotard (22) en su obra «La condición postmoderna: Informe sobre el saber» se pregunta:

¿Sigue siendo la ciencia el gran argumento de autoridad en el reconocimiento de la verdad? La conclusión postmoderna es que se asumió el criterio de competencia como «saber adecuado a lo concreto» por parte de los expertos. La ciencia no es una cosa, es «muchas»; no es algo cerrado sino abierto; no tiene un método, sino muchos; no está hecha, sino se hace. Su dinámica no es sólo la investigación base, sino su aplicación técnica, así como su enseñanza y su divulgación. Por ello las objeciones y las alternativas a cada investigación concreta y en cada campo concreto de la misma, se suscitan y abren según grupos particulares de intereses que no siempre son precisamente científicos. La dependencia económica de la investigación puede convertirla en un producto más en «oferta en el mercado», o ser valorada únicamente como discurso performativo.

La ciencia se ha convertido en un fenómeno global para toda la Humanidad: Por la mayor educación social generalizada en todas las sociedades del mundo.

Por la influencia de la tecnología que la hace aplicable a la realidad en poco tiempo.

Por los medios de comunicación, que facilitan la rápida divulgación y vulgarización de los conocimientos.

Porque se convierte así en un instrumento de poder, económico, político y cultural, etc.

El problema de su fundamentación y construcción deviene un problema filosófico en el llamado posmodernismo que tiene una conciencia clara: La verdad no es necesaria ni universal, sino producto humano y por tanto cambiante y contingente. La propia ciencia, la filosofía, la literatura o el arte en general y la

propia dinámica cultural y social, desbordarán siempre el discurso científico abriendo horizontes de nuevos metadiscursos respecto a la propia ciencia, a los contenidos culturales y sociales, a la vida cotidiana, el ejercicio del poder o la acción moral y política.

La pregunta, explícita o no, planteada por el estudiante profesionalista, por el Estado o por la institución de enseñanza superior, ya no es ¿es eso verdad?, sino ¿para qué sirve? En el contexto de la mercantilización del saber, esta última pregunta, las más de las veces, significa: ¿se puede vender? y, en el contexto de argumentación del poder ¿es eficaz? pues la disposición de una competencia performativa parecía que debiera ser el resultado vendible en las condiciones anteriormente descritas, y es eficaz por definición. Lo que deja de serlo es la competencia según otros criterios, como verdadero/falso, justo/injusto, etc., y, evidentemente, la débil performatividad en general.

El resultado es que es posible adquirir conocimiento y resolver problemas combinando elementos de ciencia con opiniones y procedimientos que primera fase son no-científicos.

### **19. Construcción del saber científico. Conocer y saber:**

Se hace necesario diferenciar, de un modo técnico y formalizado los conceptos de conocer y saber, por más que, en el lenguaje ordinario, se usen a veces como sinónimos. (23)

Conocer, y su producto el conocimiento, va ligado a una evidencia que consiste en la creencia basada en la experiencia y la memoria y es algo común en la evolución de los seres naturales concebidos como sistemas, a partir de los animales superiores.

Saber, por su parte requiere, además de lo anterior, una justificación fundamental; es decir un engarce (unión de una cosa con otra formando una cadena), en un sistema coherente de significado y de sentido, fundado en lo real y comprendido como realidad por la razón; más allá de un conocimiento en el

momento presente o fijado en la memoria como único. Un sistema que hace de este hecho de experiencia algo con entidad consistente. Las cosas ajenas a la razón no pueden ser objeto de ciencia... ciencia es la opinión verdadera acompañada de razón.

Platón, (24) reconoce que los elementos simples son por ello «irracionales», puesto que no se puede dar razón de ellos. Y luego en el «Sofista» intenta ir más allá de lo elemental al fundamento del mismo, a la «Idea» (Logos), la racionalidad que sirve de fundamento o, como dice Zubiri, que hace posible el «verdear» de las cosas y los hechos como realidad. El saber de la verdad, así concebido, es un «hecho abierto» como proceso intelectual y no un logro definitivo, un conjunto de razones y otros hechos independientes de mi experiencia que, por un lado, ofrecen un «saber qué» es lo percibido como verdad y, por otro lado, orientan y definen nuevas perspectivas del conocimiento y de la experiencia posible.

Fundamentalmente caracterizan la construcción del saber científico actual los rasgos siguientes:

Investigación de un cambio de problemática, teórica o práctica, en un área o ámbito científico determinado con un núcleo teórico consolidado.

De un equipo generalmente financiado por una Institución Pública, Fundación privada o

Empresa particular

Dirigida por alguien de reconocido prestigio como experto en el ámbito de la investigación, sea individual o equipo investigador

Siguiendo un método de investigación cuidadosamente establecido

Publicado en revistas especializadas

Incorporadas y asumidas las conclusiones en el quehacer de la comunidad científica del ámbito que se trate como elementos dinámicos de nuevas investigaciones que amplían la problemática inicial generando nuevas expectativas, predicciones, etc. o, dicho en términos propios, el resultado es un programa teóricamente progresivo.

El reconocimiento suele convertirse en derecho de patente durante 20 años cuando tiene una aplicación práctica o técnica.

## 20. Observación de los hechos

Lógica empírica

David Hume, (25) afirma que todo conocimiento deriva, en última instancia, de la experiencia sensible, siendo ésta la única fuente de conocimiento y sin ella no se lograría saber alguno. En su resumen de su libro *Investigación sobre el entendimiento humano*. Tercera parte. *Ilustra el pensamiento en la Edad Moderna* y fue importante en la constitución de la ciencia moderna: «Con el término impresión me refiero a nuestras más vívidas percepciones, cuando oímos, o vemos, o sentimos, o amamos, u odiamos, o deseamos. Y las impresiones se distinguen de las ideas, que son impresiones menos vívidas de las que somos conscientes cuando reflexionamos sobre alguna de las sensaciones anteriormente mencionadas». Más adelante precisa el concepto de las ideas, al decir «Una proposición que no parece admitir muchas disputas es que todas nuestras ideas no son nada excepto copias de nuestras impresiones, o, en otras palabras, que nos resulta imposible pensar en nada que no hayamos sentido con anterioridad, mediante nuestros sentidos externos o internos».

Sin embargo, en la actualidad es un problema fundamental del estatus de la ciencia ¿qué es un raciocinio experimental sobre cuestiones de hecho o de existencia?

**Newton** afirmaba «no hago suposiciones» y estaba convencido de que su teoría estaba apoyada por los hechos. Pretendía deducir sus leyes a partir de los fenómenos observados por Kepler. Pero tuvo que introducir una teoría de las perturbaciones para poder sostener que los movimientos de los planetas eran elípticos, y en realidad no supo justificar la gravedad. Sin embargo, antes de Einstein la mayoría de los científicos pensaban que la física de Newton estaba fundamentada en la realidad de los hechos observados. Hoy se admite sin

ambages que no se puede derivar válidamente una ley de la naturaleza a partir de un número finito de hechos. (17)

Karl Popper propuso un criterio de falsabilidad que contradice la realidad de la construcción de la ciencia cuando las teorías no suelen derrumbarse por una sola observación o un experimento crucial que las contradiga. Normalmente se recurre a aceptar anomalías, o se generan hipótesis.

Lakatos, discípulo de Popper, indicó que la historia de la ciencia está repleta de exposiciones sobre cómo los experimentos cruciales supuestamente destruyen a las teorías. Pero tales exposiciones suelen estar elaboradas mucho después de que la teoría haya sido abandonada. Si Popper hubiera preguntado a un científico newtoniano, anterior a la Teoría de la Relatividad, en qué condiciones experimentales abandonarían la teoría de Newton, algunos científicos newtonianos hubieran recibido la misma descalificación que él mismo otorgó a algunos marxistas y psicoanalistas. (20)

Según Kuhn (26) la ciencia avanza por medio de revoluciones cuando se produce un cambio de paradigma, que no depende de la observación de los hechos, sino que constituye un cambio de referencia de un campo o área determinada de la investigación científica en una teoría más general que abarca un área mucho más amplia.

Un campo o área de investigación siempre tiene su referencia en una teoría general, (Física clásica, Teoría de la Relatividad, Mecánica cuántica, Psicoanálisis, Marxismo) dotados de un núcleo fundamental característico firmemente establecido y defendido en una tradición científica estable, aun cuando presenten irregularidades y problemas no resueltos. En este sentido tomar la falsación de Popper en puridad equivale a tener por seguro que todas las teorías nacen ya refutadas, lo que rompería la posibilidad del progreso y unidad de la ciencia.

Lo que constituye como «científicas» a las teorías no es su «verdad demostrada» que no lo es, sino su capacidad de mostrar nuevas verdades que



surgen al seguir ofreciendo nuevas vías de investigación, suscitando hipótesis nuevas y abriendo cauces nuevos en la visión general del campo que se trate. Es solo al final de un amplio proceso de construcción y reconstrucción de una teoría cuando puede surgir una nueva teoría o paradigma o programa de investigación más general que explica con una nueva óptica los mismos hechos explicados por la primera teoría anterior al considerarlos en un ámbito de visión del mundo más amplio. La vieja teoría dejará de tener entonces el reconocimiento como ciencia actual; porque ha dejado ya de ser referente como medio para la ampliación del conocimiento. Lo que hace perder el valor científico que han mostrado durante bastante tiempo y el carácter histórico de su aportación a la construcción de la ciencia.

Los hechos observados y las leyes que fundaban la Teoría de Newton seguirán siendo los mismos fenómenos terrestres de la misma manera que lo hacían en el siglo XVIII; y en ese sentido seguirán siendo verdaderos. Pero su interpretación tiene otro sentido cuando se los considera en el marco más amplio de la «teoría de la relatividad» en la que quedan incluidos como un caso concreto. La verdad experimental de la observación de hechos de ver todos los días salir el sol por oriente y ponerse por occidente sigue siendo la misma. Como lo son las anotaciones del movimiento de los planetas hechas por Ptolomeo, como por Copérnico o Tycho Brahe. Pero de la misma forma que las interpretaciones de tales observaciones reflejadas en el marco de la teoría geocéntrica de Aristóteles o de Ptolomeo explicaban mejor y ofrecían visiones diferentes respecto a las «astrologías» que había en su momento histórico y cultural, a su vez la interpretación heliocéntrica de Copérnico o Tycho Brahe enriquecieron enormemente la visión de los cielos respecto a las anteriores e hicieron posible la visión de Kepler y la Teoría de Newton. La interpretación de los mismos datos de observación ofrece, sin embargo, en la Teoría de la relatividad elementos nuevos que sugieren nuevas hipótesis de investigación que amplían la posibilidad de nuevas observaciones y nuevas hipótesis. La última teoría está en continua ampliación y transformación como paradigma científico; las anteriores o prácticamente ya no tienen nada que decir como no sea como objeto de estudio histórico y de referencia en la evolución y construcción del saber científico en tanto

que fueron paradigmas en su tiempo o tienen sentido en una aplicación concreta en un ámbito específicamente acotado como caso concreto de la teoría fundamental. Tal es el caso de la «utilidad» de la teoría de Newton cuando se trata de movimientos y espacios y tiempos de ciertas dimensiones. De la misma forma que los arquitectos en sus proyectos consideran la tierra «como si fuera plana». Pues en las dimensiones que abarcan sus proyectos la influencia de la redondez de la tierra es despreciable.

## CAPÍTULO II

# LEY CIENTÍFICA

## CAPÍTULO II

# LEY CIENTÍFICA

### 1. Caracterización de la ley científica

En la arquitectura de la ciencia el paso fundamental está constituido por la ley. Es la primera formulación científica como tal. En la ley se realiza el ideal de la descripción científica; se consolida el edificio entero del conocimiento científico: de la observación a la hipótesis teórica-formulación-observación-experimento (ley científica), teoría general, al sistema. El sistema de la ciencia es o tiende a ser, en su contenido más sólido, sistema de las leyes. (27) Diferentes dimensiones que se contienen en el concepto de ley:

- La aprehensión meramente descriptiva
- Análisis lógico-matemático
- Intención ontológica

Desde un punto de vista descriptivo la ley se muestra simplemente como una relación fija, entre ciertos datos fenoménicos. En términos lógicos supone un tipo de proposición, como afirmación que vincula varios conceptos relativos a los fenómenos como verdad. En cuanto a la consideración ontológica la ley como proposición ha sido interpretada históricamente como representación de la esencia, propiedades o accidentes de una sustancia. Hoy día se entiende que esta situación ontológica se centra en la fijación de las constantes del acontecer natural, en la aprehensión de las regularidades percibidas como fenómeno e incorporadas en una forma de «ver y explicar el mundo».

El problema epistemológico consiste en la consideración de la ley como verdad y su formulación como lenguaje y en establecer su «conexión con lo real», donde hay que considerar dos aspectos:

El término de lo real hacia el cual intencionalmente se dirige o refiere la ley, es decir, la constancia de los fenómenos en su acontecer como objeto de conocimiento.

Generalmente, y de forma vulgar, se suele interpretar como «relación causa/efecto» o «descripción de un fenómeno». Se formula lógicamente como una proposición hipotética en la forma: Si se da a, b, c.. en las condiciones, h, i, j... se producirá s, y, z.....La forma y el procedimiento con que la ley se constituye, es decir, el problema de la inducción.

## 2. Teoría científica

La teoría científica representa el momento sistemático explicativo del saber propio de la ciencia natural; su culminación en sentido predictivo.

Los años 50 del siglo XX supusieron un cambio de paradigma en la consideración de las «teorías científicas».

Según Mario Bunge en aras de un inductivismo dominante, con anterioridad se observaba, se clasificaba y se especulaba.

Ahora en cambio:

Se realza el valor de las teorías con la ayuda de la formulación lógico-matemática.

Se agrega la construcción de sistemas hipotético-deductivos en el campo de las ciencias sociales

La matemática se utilizaba fundamentalmente al final para comprimir y analizar los datos de investigaciones empíricas, con demasiada frecuencia superficiales por falta de teorías, valiéndose casi exclusivamente de la estadística, cuyo aparato podía encubrir la pobreza conceptual.

En definitiva, concluye Bunge:

Empezamos a comprender que el fin de la investigación no es la acumulación de hechos sino su comprensión, y que ésta solo se obtiene

arriesgando y desarrollando hipótesis precisas que tengan un contenido empírico más amplio que sus predecesoras. (7)

### 3. Construcción de modelos

El comienzo de todo conocimiento de la realidad comienza mediante idealizaciones que consisten en abstraer y elaborar conceptos; es decir, construir un modelo acerca de la realidad. El proceso consiste en atribuir a lo percibido como real ciertas propiedades, que frecuentemente, no serán sensibles. Tal es el proceso de conceptualización y su traducción al lenguaje.

Eso es posible porque se suprimen ciertos detalles destacando otros que nos permiten establecer una forma de ver la realidad, aun sabiendo que no es exactamente la propia realidad. El proceso natural sigue lo que tradicionalmente se ha considerado bajo el concepto de analogía. Pero en la ciencia el contenido conceptual solo se considerará preciso como modelo científico de lo real, cuando dicho modelo es interpretado como caso particular de un modelo teórico y se pueda concretar dicha analogía mediante observaciones o comprobaciones precisas y posibles.

El objeto modelo es cualquier representación esquemática de un objeto. Si el objeto representado es un objeto concreto entonces el modelo es una idealización del objeto, que puede ser pictórica (un dibujo p. ej.) o conceptual (una fórmula matemática); es decir, puede ser figurativa o simbólica.

La informática ofrece herramientas para la elaboración de objetos-modelo a base del cálculo numérico.

La representación de una cadena polimérica con un collar de cuentas de colores es un modelo análogo o físico; un sociograma despliega los datos de algunas de las relaciones que pueden existir entre un grupo de individuos. En ambos casos, para que el modelo sea modelo teórico debe estar enmarcado en una estructura teórica.

El objeto modelo así considerado deviene, en determinadas circunstancias y condiciones, en modelo teórico.

Un modelo teórico es un sistema hipotético-deductivo concerniente a un objeto modelo que es, a su vez, representación conceptual esquemática de una cosa o de una situación real o supuesta real.

Los mecanismos hipotéticos deberán tomarse en serio, como representando las entrañas de la cosa, y se deberá dar prueba de esta convicción realista (pero al mismo tiempo falible) imaginando experiencias que puedan poner en evidencia la realidad de los mecanismos imaginados. En otro caso se hará literatura fantástica o bien se practicará la estrategia convencionalista, pero en modo alguno se participará en la búsqueda de la verdad, (7)

El modelo teórico siempre será menos complejo que la realidad que intenta representar, pero más rico que el objeto modelo, que es solo una lista de rasgos del objeto modernizado. Bunge esquematiza estas relaciones de la siguiente forma:

COSA O HECHO	OBJETO - MODELO	MODELO TEÓRICO
Deuterón	Pozo de Potencial del protón neutrón	Mecánica cuántica del pozo de potencia.
Soluto en una solución diluida	Gas perfecto	Teoría cinética de los gases.
Tráfico a la hora punta	Corriente continua	Teoría matemática de la corriente continua
Organismo que aprende	Caja negra markoviana	Modelo del operador lineal de Bush y Mosteller.
Cigarras que cantan	Colección de osciladores acoplados	Mecánica estadística de los osciladores acoplados.



Cualquier objeto modelo puede asociarse, dentro de ciertos márgenes, a teorías generales para producir diversos modelos teóricos. Un gas puede ser considerado como un «enjambre de partículas enlazadas por fuerzas de Van der Waals», pero puede insertarse tanto en un marco teórico de la teoría clásica como en el de la teoría relativista cuántica de partículas, produciendo diferentes modelos teóricos en ambos casos. (7)

#### 4. Formas de Teoría

Existen dos formas de considerar las teorías:

*Teorías fenomenológicas.* Tratan y se limitan a «describir» fenómenos, estableciendo las leyes que establecen sus relaciones mutuas a ser posible cuantificadas. Procuran evitar cualquier contaminación «metafísica» o «esencial» tales como las causas, los átomos o la voluntad, pues el fundamento consiste en la observación y toma de datos con la ayuda «únicamente» de las variables observables exclusivamente de modo directo. Tal es el ideal del empirismo: Francis Bacon, Newton, neopositivismo. La teoría es considerada como una caja negra. (19).

*Teorías representativas,* por el contrario, pretenden establecer la «esencia» o fundamento último que justifica el fenómeno y las leyes que lo describen. Tal es el ideal del racionalismo y la teoría de la justificación: Descartes, Leibniz. En relación con lo anterior Bunge propone considerarla como «caja negra traslúcida». (7)

#### 5. La caja negra

El hecho de considerar las formas teóricas como «caja negra» o «caja negra traslúcida» obliga a hacer alguna aclaración. No se trata de una disyunción exclusiva. No se trata de clases lógicas excluyentes sino más bien de un planteamiento metodológico. Su referencia es hacia el modo como interpretamos la teoría, si «se atiende a lo que ocurre» en forma de descripción de lo que ocurre, o si, además, se refiere a «por qué ocurre lo que ocurre» intentando justificar un mecanismo.

Las teorías fenomenológicas no son jamás «puras negras», por más que se intente justificar lo contrario con el término fenomenológico:

Pues no pueden prescindir totalmente de términos que superan con creces las «variables externas» observables, sean macroscópicas o microscópicas. Por ejemplo: la teoría de los circuitos eléctricos es ciertamente una teoría de caja negra, pues todo elemento del circuito es considerado como una unidad carente de estructura interna. Sin embargo, tal teoría de circuitos eléctricos habla de «corriente» y de «voltaje» que no son variables observables (como fenómenos en sí propiamente dichos). Su «observabilidad» se infiere de la lectura de unos valores leídos en unos aparatos indicadores previamente diseñados conforme a una teoría que interpreta que dichos valores «representan» valores de «corriente» o de «voltaje» como conceptos teóricos.

La ciencia no puede limitarse a una mera descripción o lectura de dispositivos meramente descriptivos. Ninguna teoría así recibiría el nombre de «teoría científica», pues la ciencia necesariamente exige explicaciones, es decir que ha de poder subsumir la enunciación de casos singulares en enunciados generales.

Las teorías fenomenológicas incluyen de manera necesaria, como substrato de creencia previa, la idea de causa/efecto. Pues aun cuando se ignore el mecanismo interior de la caja negra, no se puede prescindir del hecho de que los inputs (Conjunto de dispositivos y señales que permiten la introducción de información en un sistema y los datos y programas que se introducen) (26), guardan una relación causal con los outputs (Información que proporciona un ordenador después de procesar un conjunto de datos determinados. Salida).

Por otro lado, la «caja negra» presenta grandes ventajas en el progreso de la ciencia, al evitar la especulación que tantas veces ha hecho perder el sentido del horizonte a la ciencia en tiempos pasados y al mismo tiempo al no ser incompatible con la causalidad ni tampoco con la «representación». En definitiva, es una cuestión de grado, de forma que:

*El hecho de que ciertos problemas no puedan enunciarse en la estructura de las teorías fenomenológicas no significa que las teorías de la caja negra no proporcionen una explicación como a menudo se oye. Siempre que un enunciado singular se deduce de enunciados de leyes y circunstancias, hay explicación científica. Las teorías fenomenológicas proporcionan, pues, explicaciones científicas. Pero las explicaciones científicas pueden ser más o menos profundas. Si las leyes invocadas en la explicación son justamente leyes de coexistencia y sucesión, la explicación será superficial. Este es el caso de la explicación de un hecho de un individuo sobre la base de que siempre hace tales cosas, o la explicación de la compresión de un gas según el aumento de presión en términos de la ley de Boyle. Necesitamos a menudo tales explicaciones superficiales, pero también necesitamos explicaciones profundas tales como las que se presentan en términos de la constitución y estructura de un gas, los rasgos de la personalidad de un individuo y así sucesivamente. (23)*

## 6. Deducción e Inducción

Los dos métodos principales del razonamiento son llamados deducción e inducción. La deducción trabaja de lo general a lo más específico, y la inducción va de lo específico a lo general. En la deducción, la conclusión lógicamente sigue a las premisas; ésta, es una conclusión necesaria y es verdadera. En la inducción, la conclusión "probablemente" sigue a las premisas y no son necesariamente verdaderas.

Los siguientes ejemplos son simples ilustraciones. No hay necesidad de pasar a niveles multifacéticos de tipos de argumentación deductiva. Esto es para el estudiante de la lógica formal. Más bien, todo lo que necesitamos conocer es lo básico y el poder ser capaces de aplicar los fundamentos a nuestras conversaciones y la defensa y establecimiento de la fe cristiana.

### *Deducción*

- a. Todos los hombres son mortales. Sócrates es un hombre. Por lo tanto, Sócrates es un mortal.

- b. Cada acción que Dios ha hecho alguna vez, ha sido buena. Dios hizo el mundo. El haber hecho el mundo fue bueno.
- c. El libro está sobre la mesa. La mesa está sobre el piso; por lo tanto, el libro está sobre el piso.

### *Inducción:*

- a. Todos los primeros de enero y por los últimos años han llovido en Pucallpa. Por lo tanto, el próximo año en ese día, lloverá también.  
Note que la conclusión suena razonable, pero no se prueba hasta después del hecho.  
La conclusión podría estar equivocada.
- b. Cada águila que he observado tiene plumas oscuras; por lo tanto, todas las águilas tienen plumas oscuras.  
Solo porque todas las águilas que he observado tienen plumas oscuras, no significa que todas las águilas tienen plumas oscuras. Aun, cuando esto podría ser cierto — si hablamos de las águilas maduras. Sin embargo, podría haber águilas albinas, o águilas jóvenes que no tienen plumas oscuras.
- c. Cada libro que he observado en la biblioteca tiene más de un año de antigüedad. Todos los libros en la biblioteca tienen más de un año.  
Podría ser que todos los libros en la biblioteca tienen más de un año de antigüedad.  
Pero esto no necesariamente tiene que ser así ya que no sabemos si la primera oración significa que he observado todos los libros en la biblioteca. Si no los he observado todos, podría ser que haya libros que tengan menos de un año de antigüedad.

La diferencia entre la deducción e inducción es muy simple. La deducción, generalmente significa que todas las conclusiones establecidas de las premisas son correctas.

La razón por la que Usted necesita conocer la diferencia entre deducción e inducción es para que pueda identificar claramente argumentos racionales o irracionales. Desafortunadamente, muchas personas usan la inducción como un sustituto para la deducción. Usted debe ser cuidadoso en no permitir que alguien llegue a una conclusión que sea demasiado amplia y que no necesariamente se requiera debido a la información que se ha establecido. Como puede ver en los ejemplos anteriores de inducción, las conclusiones no necesariamente siguen a las premisas. (30)

**Problema de la inducción**

Según el sentido de la teoría de la justificación la ciencia ha de consistir en proposiciones probadas.

*El falsacionista ingenuo insiste en que si tenemos un conjunto inconsistente de enunciados científicos en primer lugar debemos seleccionar entre ellos: 1) Una teoría que se contrasta (que hará de nuez); 2) Un enunciado básico aceptado (que servirá de martillo) y el resto será conocimiento básico que no se pone en duda (y que hará las funciones de yunque). Y para aumentar el interés de esta situación hay que ofrecer un método para «endurecer» el «martillo» y el «yunque» de modo que podamos partir la nuez realizando un «experimento crucial negativo». Pero las conjeturas ingenuas referentes a esta visión resultan demasiado arbitrarias y no ofrecen el endurecimiento debido. (27)*

El experimento no es una verificación de la teoría que lo sustenta como mostró Popper desnudando el problema de la inducción.

El inductivismo estricto fue considerado seriamente y criticado por muchos autores, desde Bellarmino, Whewell, y finalmente destruido por Duhem y Popper, aunque ciertos científicos y filósofos de la ciencia como Born, Achinstein o Dorring aún creen en la posibilidad de deducir o inducir válidamente las teorías a partir de hechos (¿seleccionados?). Pero el declinar de la lógica cartesiana y en general, de la lógica psicologista, y la emergencia la lógica de Bolzano y Tarski decretó la muerte de la deducción a partir de los fenómenos. Bolzano define a la lógica como una teoría general de la ciencia, que debe guiarnos en cómo dividir el dominio

entero de la verdad y lo que pertenece a cada uno de ella en su forma escrita presente, Toda ciencia presenta un conjunto de verdades de una cierta clase, verdades objetivas sostiene Bolzano. La lógica se relaciona con la ciencia a través de la verdad, convirtiéndose así en la "ciencia de las ciencias".(28)

Por otro lado, las inferencias lógicas transmiten la verdad, pero no sirven para descubrir nuevas verdades.

Las teorías generales no son directamente contrastables con la experiencia, sino solamente mediante casos particulares, con soluciones específicas mediante teorías específicas, como modelos teóricos. Cuanto mayor sea la lógica que presente una teoría, menor será la contrastabilidad empírica. Esto quiere decir que teorías tan generales como la Teoría de la Información, Mecánica clásica o mecánica cuántica solo pueden ser contrastadas respecto a modelos teóricos específicos en el marco de dichas teorías, teniendo en cuenta que no siempre es posible saber qué es lo que hay que corregir en el modelo cuando el contraste empírico fracasa o, si por el contrario es la propia teoría general la que contiene el error, teniendo muy presente la dificultad de poder asegurar que el valor de los datos manejados y obtenidos sean los correctos. Por ello la filosofía de la ciencia adquiere un carácter de investigación científica muy importante.

### **7. Historia y progreso del conocimiento científico**

Historia de la ciencia

Nicolás Copérnico rompe definitivamente la visión medieval del mundo, su modelo heliocéntrico debido a ello Algunos historiadores consideran que, de ser así, estaba más preocupado por el impacto en el mundo científico que en el religioso. Las ideas principales de su teoría eran:

- a. Los movimientos celestes son uniformes, eternos, y circulares o compuestos de diversos ciclos (epiciclos).
- b. El centro del universo se encuentra cerca del Sol.

- c. Orbitando alrededor del Sol, en orden, se encuentran Mercurio, Venus, la Tierra y la Luna, Marte, Júpiter, Saturno. (Aún no se conocían Urano y Neptuno.)
- d. Las estrellas son objetos distantes que permanecen fijos y por lo tanto no orbitan alrededor del Sol.
- e. La Tierra tiene tres movimientos: la rotación diaria, la revolución anual, y la inclinación anual de su eje.
- f. El movimiento retrógrado de los planetas es explicado por el movimiento de la Tierra.
- g. La distancia de la Tierra al Sol es pequeña comparada con la distancia a las estrellas. Desde determinado punto de vista la descripción de la historia de la ciencia puede causar una visión compendiada de la historia en la que una teoría falsa es sustituida por una «verdadera», que será falsa cuando es sustituida por otra «verdadera». Tal es lo que ocurre si mantenemos una visión simplista de la ciencia como «conjunto de teorías cerradas» es decir que se sustentan por sí mismas en su contenido de verdad y se generan en una sucesión cuyo producto acabado es «una ciencia consolidada», producto de «Una Razón», si no absoluta, al menos humana, pero en tanto que verdadera y definitiva.

De hecho, una visión así se produce cuando la tesis más frecuente y constantemente repetida es que el método científico es una combinación de deducción e inducción, de matemática y experiencia. Tal idea se remonta a Galileo (o incluso más atrás, hasta los más grandes científicos de la Grecia clásica), calificada como inductivismo cuyo fundamento reside en considerar que los hechos justifican las teorías en el sentido de hacerlas verdaderas de forma definitiva y permanente.

Tal visión ha sido definitivamente superada por la crisis vivida durante el siglo XX al tener que considerar las teorías como «teorías abiertas», como son las que se consideran en las ciencias sociales.

*Teorías cerradas:*



Rigurosamente formalizadas, o formalizables en lenguaje lógico-matemático. Se basan en un determinado sistema de axiomas y reglas lógicas.

No necesitan tener referencia alguna a presuntas verdades intuitivas ajenas a dicho sistema.

Dos teorías diversas entre sí no pueden tener equivalencias puesto que se basan en sistemas primitivos lógicos diferentes.

## 8. La crisis de la ciencia del siglo XX

Por el contrario, muestra la necesidad de teorías abiertas. No se trata de la idea de «sucesión descriptiva» sino de «el fundamento del progreso científico» entendido como proceso histórico. La actual epistemología representa un punto de inflexión importante en la visión de la historia de la ciencia como:

Evaluación del progreso objetivo de la ciencia entendido como cambios progresivos y regresivos de problemáticas para un conjunto estable de teorías científicas que ofrecen un marco o modelo teórico global. (31,32).

La historia de la ciencia deja de ser la historia de las teorías y se constituye en el planteamiento y consideración de «problemáticas comunes» a diversas teorías unidas en una continuidad de largo recorrido histórico y cultural. Dicha unidad encuentra su fundamento en un «marco conceptual común», una unidad cultural de lenguaje que ofrece una visión determinada acerca de un determinado ámbito del universo mundo, como interpretación del mismo, sobre la base de unas mismas reglas lógicas de interpretación de la experiencia. Las series más importantes de estas teorías científicas vienen caracterizadas por una «continuidad» en el tiempo; teorías que se relacionan en una unidad global dentro de un ámbito suficientemente amplio de investigación del mundo. Vienen a suponer una cierta unidad conceptual y de visión general. Sobre estas unidades es sobre lo que se construye el progreso científico, pues es en el ámbito de éstas donde se producen las transformaciones de «antiguas verdades» en «nuevas verdades» con independencia de cómo se interprete dicha transformación:

Cada uno de estos puntos de vista requiere su reflexión y nos muestra que el proceso no es tan simple como suele mostrarse en la historia de una «ciencia

consolidada» como sucesión de teorías: una racionalización lógica y sucesiva de teorías que se sustituyen unas a otras de un modo lógico-constructivo.

La cuestión estriba en desplazar la idea de «una teoría que es refutada por hechos nuevos que se descubren» y considerar la explicación o interpretación de cómo se mantienen en unidad profunda y continua diversas teorías que comparten una misma visión conjunta, manteniendo diferencias de escuelas o autores claramente diferenciados y a veces opuestos en sus explicaciones. Esto explica la consistencia de las grandes visiones teóricas señaladas anteriormente con las distintas escuelas, posturas, y movimientos que dentro de la unidad diversifican las formas de comprensión de la realidad, es decir, cómo se mantienen las incongruencias e inconsistencias que unas teorías mantienen frente a otras compartiendo un núcleo fundamental de unión. Núcleo de unión continua que diversifica los modos y métodos de investigación como heurística negativa, que señala rutas de investigación que hay que evitar y heurística positiva que señala los caminos que se debe seguir.

32La producción filosófica de Jesús Padilla Gálvez es extensa y se centra en cinco campos de trabajo: la Filosofía del lenguaje, la lógica, la filosofía e historia de la ciencia, los cambios sociales en los sistemas democráticos y las lenguas de especialidad.

La heurística positiva y negativa suministra una definición primaria e implícita del «marco conceptual» (y por tanto del lenguaje) en el que se sitúa la problemática común. El reconocimiento de que la historia de la ciencia es la historia de los paradigmas o de los programas de investigación científica o de la anarquía de los métodos, en lugar de ser la historia de las teorías, puede por ello entenderse como una defensa parcial del punto de vista según el cual la historia de la ciencia es la historia de los marcos conceptuales o de los lenguajes científicos. (33)

La ciencia en su conjunto puede ser considerada como un «enorme programa de investigación» con una regla suprema como señaló Popper: Diseña conjeturas que tengan más contenido empírico que sus predecesoras. (29)

En la edad moderna cuando se consolida una nueva Filosofía Natural. Descartes (1596-1650) en su obra el Discurso del método define por primera vez unas reglas del método para dirigir bien la razón y buscar la verdad en las ciencias. Aún con diferencias notables fueron muchos los que defendieron la necesidad de un método que permitiera la investigación de la verdad. Desde un punto de vista empírico o científico tal y como ahora lo entendemos se debe mencionar a precursores del método científico como Leonardo da Vinci (1452-1519), Copérnico (1473-1543), Kepler (1571-1630) y Galileo (1564-1642) quienes aplicaban unas reglas metódicas y sistemáticas para alcanzar la verdad. Galileo Galilei contribuyó a reforzar la idea de separar el conocimiento científico de la autoridad, la tradición y la fe.

Desde la filosofía y la ciencia -entonces el conocimiento todavía era unitario y no estaba fraccionado- debemos mencionar, además de a René Descartes, a Francis Bacon (1561-1626) quien consolidó el método inductivo dando paso al empirismo, a Pascal (1623-1662), Spinoza (1632-1677), Locke (1632-1704), Malebranche (1638-1715), Newton (1643-1727), Leibniz (1646-1716), David Hume (1711-1776), Kant (1724-1804) y Hegel (1770-1831).

La filosofía reconoce numerosos métodos, entre los que están el método por definición, demostración, dialéctico, trascendental, intuitivo, fenomenológico, semiótico, axiomático, inductivo. La filosofía de la ciencia es la que, en conjunto, mejor establece los supuestos ontológicos y metodológicos de las ciencias, señalando su evolución en la historia de la ciencia y los distintos paradigmas dentro de los que se desarrolla. (32)

## 9. Verdad y Lenguaje formalizado.

El lenguaje formalizado es un lenguaje sometido a unas «reglas fijas de formación de expresiones y significados». Es una de las características esenciales del lenguaje científico. Incluso hay autores que llegan a opinar que la ciencia en sí misma no es más que un lenguaje. Esto es especialmente notable e importante en la lógica y las matemáticas. (34)

Los términos modelo, hipótesis, ley y teoría tienen en la ciencia un significado diferente al que se les da en el uso del lenguaje corriente o vulgar.

Los científicos utilizan el término modelo para referirse a una serie de propiedades como idealización de una correspondencia con lo real; tales propiedades específicas se utilizan para construir las hipótesis que permiten realizar predicciones que puedan ser sometidas a prueba por experimentación u observación. Por tanto, los resultados de los experimentos corresponden al modelo como regularidades de donde se obtienen las leyes que hacen posible la generalización para predicciones futuras.

Una hipótesis es una proposición que se considera provisionalmente como verdadera en función de una experimentación que confirme o rechace las consecuencias que de tal verdad puedan derivarse conforme a una teoría.

El uso coloquial de la palabra teoría suele referirse a ideas que aún no tienen un respaldo experimental. En contraposición, los científicos generalmente utilizan el término para referirse a un cuerpo de leyes o principios a través de los cuales se realizan predicciones acerca de fenómenos específicos.

Las predicciones científicas pretenden tener un sentido de realidad, pero siempre se realizan sobre los supuestos que se han considerado en el modelo. Por ello siempre pueden existir variables ocultas que no se han tenido en cuenta.

Esto explica la falibilidad de la ciencia tanto en sus observaciones como en las leyes generales y teorías que produce frente a un pretendido justificacionismo a ultranza. Esto es de especial relevancia para las ciencias cuyos modelos son idealizaciones muy pobres con respecto a lo real. Otro ejemplo es el caso de las predicciones meteorológicas. Los modelos siempre suponen una idealización que no puede tener en cuenta todas las variables posibles, lo que no quita el valor a sus predicciones. Más complejo aún es cuando las predicciones se hacen sobre modelos sociales. La ciencia avanza perfeccionando el conocimiento acerca de lo real y no estableciendo verdades definitivas.

Al mismo tiempo los lenguajes en los que se ha estructurado la noción de verdad y de los que habla la teoría de modelos son, por lo general, sistemas matemáticos. Las "cosas" representadas en dichos lenguajes son también sistemas matemáticos. Por esto, la teoría de modelos es una teoría semántica que pone en relación unos sistemas matemáticos con otros sistemas matemáticos. Dicha teoría nos proporciona algunas pistas con respecto a aquella semántica que pone en relación los lenguajes naturales con la realidad. Sin embargo, ha de tenerse siempre presente que no hay ningún sustituto matemático para los problemas genuinamente filosóficos. Y el problema de la verdad es un problema netamente filosófico. (30)

## 10. Filosofía de la ciencia

Pues los hombres comienzan y comenzaron siempre a filosofar movidos por la admiración; al principio, admirados ante los fenómenos sorprendentes más comunes; luego, avanzando poco a poco y planteándose problemas mayores, como los cambios de la luna y los relativos al sol y a las estrellas, y la generación del universo. Pero el que se plantea un problema o se admira, reconoce su ignorancia. (Por eso también el que ama los mitos es en cierto modo filósofo; pues el mito se compone de elementos maravillosos). De suerte que, si filosofaron para huir de la ignorancia, es claro que buscaban el saber en vista del conocimiento, y no por ninguna otra utilidad. Y así lo atestigua lo ocurrido. Pues esta disciplina comenzó a buscarse cuando ya existían casi todas las cosas necesarias y las relativas al descanso y al ornato de la vida. Es, pues, evidente que no la buscamos por ninguna utilidad, sino que, así como llamamos hombre libre al que es para sí mismo y no para otro, así consideramos a ésta como la única ciencia libre, pues ésta sola es para sí misma. Por eso también su posesión podría con justicia ser considerada impropia del hombre. Pues la naturaleza humana es esclava en muchos aspectos; de suerte que, según Simónides, representado en la obra las Crónicas de Núremberg. «Sólo un dios puede tener este privilegio», aunque es indigno a un varón buscar la ciencia a él proporcionada. (34)

Dos aspectos interesantes del texto:

La admiración es fruto de la ignorancia

La no utilidad de la ciencia

El origen del saber, y por tanto de la ciencia y del conocer en general, hunde su raíz en la ignorancia. Puesto que la ignorancia absoluta no tiene sentido alguno, hay que partir del hecho de que la ciencia no parte de cero, es decir, el suelo en el que surge es el mundo de las creencias, las ideologías o los mitos y las tradiciones, como señala Aristóteles. Sólo aquel que «no sabe» y es capaz de «admirarse» ante lo que «rompe sus esquemas», es decir sus creencias previas, es el que está preparado para «interesarse» por un nuevo modo de conocer que le permita explicarse lo que no encaja en sus creencias, no obstante, quien preconoce cierta ciencia, añade y suma conocimiento a lo que ya entiende... Sin embargo, Aristóteles, y con él casi toda la tradición filosófica, pensó en una ciencia que, superado el conocimiento vulgar de las creencias o los mitos (o las religiones), establecía una verdad necesaria y por tanto definitiva, casi divina e impropia del hombre, señala el texto. Un concepto fundamentalista que ha prevalecido en la cultura heredera de Grecia. No tanto en otras culturas orientales.

En la actualidad se es consciente de que el conocimiento es un proceso en el que no se «descubren verdades», ni se establecen verdades definitivas. La ciencia «echa abajo falsedades», que no es lo mismo, estableciendo interpretaciones generales cada vez más amplias. En la ciencia de hoy se busca el avance del conocimiento natural a partir de las evidencias construidas sobre lo anterior, sabiendo ser una tarea inacabada: una búsqueda, no una llegada.

Por otro lado, esa búsqueda del conocimiento, dice Aristóteles, no se busca por su utilidad, sino en un ejercicio de libertad, Ciertamente la ciencia moderna no se puede reconocer en este aspecto heredera de Aristóteles. Pero sí es cierto que, como señala el texto, tal interés surge cuando las necesidades de la vida están resueltas. Por ello históricamente la ciencia ha sido privilegio de los sacerdotes y las clases libres, mientras la pieza de los artesanos ha sido durante siglos cosa de esclavos.

Séneca ataca la postura de Posidonio y Panecio que alaban la filosofía operativa: es evidente que el provecho y utilidad de las cosas inanimadas no podría obtenerse sin los brazos y el trabajo de los hombres.

El conocimiento científico ha permitido al hombre realizar hazañas como llegar a la Luna. Logros que tienen tanto de dominio de la Naturaleza como ejercicio de un poder político, social y militar.

Tal vez la unión de la ciencia con el poder social, bien sea este religioso, económico, político, ha sido una de las claves para considerarla unida al conocimiento de la verdad necesaria desligada de la utilidad directa, pero convertida en control y poder. La burguesía renacentista y moderna convierte el conocimiento en instrumento útil, como Razón instrumental para el dominio de la Naturaleza y constituye el origen del capitalismo; la ciencia queda definitivamente ligada al «dominio de la Naturaleza» y logra su propia independencia como saber desligado de la filosofía, pero ineludiblemente ligada al poder público (civil o militar) o privado; pero en todo caso poder económico. Al mismo tiempo es el inicio del proceso en que la posmodernidad considera llegado el triunfo definitivo del capitalismo liberal.

Los científicos siempre han dependido de las necesidades primarias satisfechas y disposición de tiempo para el estudio y la investigación; bien sea a través de la riqueza propia en la primera burguesía, del mecenazgo o del empleo por contrato en instituciones públicas o privadas. En la actualidad dicha dependencia se establece a través de Instituciones Públicas, Universidades e Institutos, los Ejércitos, o directamente de las empresas. Esta dependencia, si bien es tal vez más oculta, por otro lado, tal vez es más estricta, en su dependencia de lo económico, pues la investigación básica actual se suele realizar a través de programas que exigen un ámbito que incluye enormes gastos de tecnología e instalaciones. Lo que explica la desaparición por completo de aquella libertad que Aristóteles atribuía a la búsqueda y ejercicio de la ciencia en cuanto tal.

No obstante, lo anterior, tampoco se puede negar esa dimensión profundamente humana de la relación emotiva del hombre con la verdad:



La más bella y profunda emoción que nos es dado sentir es la sensación de lo místico. Ella es la que genera toda verdadera ciencia. El hombre que desconoce esa emoción, que es incapaz de maravillarse y sentir el encanto y el asombro, está prácticamente muerto. Saber que aquello que para nosotros es impenetrable realmente existe, que se manifiesta como la más alta sabiduría y la más radiante belleza, sobre la cual nuestras embotadas facultades sólo pueden comprender en sus formas más primitivas. Ese conocimiento, esa sensación, es la verdadera religión.

## 11. **Albert Einstein.**

(35) Einstein alcanzó la fama internacional tras la publicación de su Teoría de la relatividad especial y varios textos complementarios a la misma que sentaron las bases de la física moderna, tanto la estadística como la cuántica.

En la actualidad, la posición generalizada es la naturalista, frente al fundacionalismo predominante en toda la tradición occidental y en la Ciencia moderna. Las características básicas del naturalismo original son, como señaló Quine una posición no fundacionalista y multidisciplinaria.

...La aritmética no es, como tampoco, la geometría, una promoción natural de una razón inmutable. La Aritmética no está fundada en la razón. Es la doctrina de la razón la que está fundada en la aritmética elemental. Antes de saber contar apenas sabíamos qué era la razón. En general, el espíritu debe plegarse a las condiciones del saber.

## 12. **Bachelard. Filosofía del No.**

(3)Mientras que el objetivo tradicional de la filosofía de la ciencia ha sido el de justificar y legitimar el conocimiento científico, el objetivo en la actualidad es el de entender cómo se da tal conocimiento científico, entendido como actividad y empresa humana, utilizando para ello todos los recursos pertinentes, es decir, todas las disciplinas relevantes: biología, psicología, antropología, sociología, etc.,

e incluso economía y tecnología, empezado por la construcción de un conocimiento evidente que nos ayude a construir y llegar a la sabiduría.

La búsqueda de una garantía de cientificidad ha tenido siempre el aspecto de un acto tendente a rebasar la particular disciplina examinada para enlazarla con algo superior a ella, más sólido, menos atacable por la duda. «Historizar» también esta investigación significa, por una parte, mostrar que es intrínsecamente ilusorio buscar la garantía de la ciencia por encima de las ciencias mismas, y, por otra parte, poner en claro los aspectos más reales de una tal investigación, que hacen de ella no ya un instrumento para salir de la ciencia particular considerada, sino precisamente un factor interno de su dialéctica.

### 13. Ciencia: humanismo y cultura

La ciencia no puede ser una «mercancía» como mera «tecnología» valorada por el «precio»: La investigación científica tiene una especie de carácter dramático. Ideas inteligentes pueden llevar a un callejón sin salida; observaciones banales pueden conducir a resolver un problema. Este es el precio que pagamos por el hecho de que la ciencia es un diálogo con la naturaleza, no un monólogo que podamos proseguir a nuestro arbitrio.../... Mi consejo a los jóvenes es que acepten correr riesgos, pero únicamente si lo hacen movidos por un convencimiento profundo. El éxito de la ciencia occidental no se explica solamente por actitudes pragmáticas: la ciencia también ha ido construyendo una filosofía de la naturaleza. Piénsese en Galileo, Newton o Einstein. Hoy se corre el peligro de que la ciencia sea considerada apenas una herramienta técnica o económica; creo que en tal caso perderá su atractivo para muchos de los miembros más dotados de la generación joven. Debemos preservar la base humanística de la ciencia. Debemos verla como parte de la cultura.

# CAPÍTULO III

## MÉTODO CIENTÍFICO

## CAPÍTULO III

### MÉTODO CIENTÍFICO

#### 1. Método científico e Investigación científica.

(19,36) Cada ciencia, y aun cada investigación concreta, generan su propio método de investigación. En general, se define como método el proceso mediante el cual una teoría científica es validada o bien descartada. La forma clásica del método de la ciencia ha sido la inducción (formalizada por Francis Bacon en la ciencia moderna) y justificada por el método "resolutivo-compositivo" de Galileo, interpretado como hipotético-deductivo.

Karl Popper, tras criticar la idea de que los experimentos verifican las teorías que los sustentan como justificadas, plantea el problema de la inducción como argumento lógicamente inválido, proponiendo la idea del progreso de la ciencia como falsación de teorías. (20)

En todo caso, cualquiera de los métodos científicos utilizados requiere los siguientes criterios:

La reproducibilidad, es decir, la capacidad de repetir un determinado experimento en cualquier lugar y por cualquier persona. Esto se basa, esencialmente, en la comunicación de los resultados obtenidos. En la actualidad éstos se publican generalmente en revistas científicas y revisadas por pares.

La falsabilidad, es decir, la capacidad de una teoría de ser sometida a potenciales pruebas que la contradigan. Según este criterio, se distingue el ámbito de lo que es ciencia de cualquier otro conocimiento que no lo sea: es el denominado criterio de demarcación de Karl Popper. La corroboración experimental de una

teoría científicamente "probada" — aun la más fundamental de ellas— se mantiene siempre abierta a escrutinio.

En las ciencias empíricas no es posible la verificación; no existe el "conocimiento perfecto", es decir, "probado". En las ciencias formales las deducciones lógicas o demostraciones matemáticas generan pruebas únicamente dentro del marco del sistema definido por ciertos axiomas y ciertas reglas de inferencia. Según el teorema de Gödel, no existe un sistema aritmético recursivo perfecto, que sea al mismo tiempo consistente, decidible y completo.

Existe una serie de pasos inherentes al proceso científico que, aunque no suelen seguirse en el orden aquí presentado, suelen ser respetados para la construcción y el desarrollo de nuevas teorías.

Éstos son:

**Observación:** registrar y examinar atentamente un fenómeno, generalmente dentro de una muestra específica, es decir, dentro de un conjunto previamente establecido de casos.

**Descripción:** detallar los aspectos del fenómeno, proponiendo incluso nuevos términos al respecto.

**Hipótesis:** plantear las hipótesis que expliquen lo observado en el fenómeno y las relaciones causales o las correlaciones correspondientes.

**Experimentación:** es el conjunto de operaciones o actividades destinadas, a través de situaciones generalmente arbitrarias y controladas, a descubrir, comprobar o demostrar las hipótesis.

**Demostración o refutación,** a partir de los resultados de uno o más experimentos realizados, de las hipótesis propuestas inicialmente.

Inducción: extraer el principio general implícito en los resultados observados.

Comparación universal: el permanente contraste de hipótesis con la realidad.

La experimentación no es aplicable a todas las ramas de la ciencia; su exigencia no es necesaria por lo general en áreas del conocimiento como la vulcanología, la astronomía, la física teórica, etc. Sin embargo, la repetibilidad de la observación de los fenómenos naturales es un requisito fundamental de toda ciencia que establece las condiciones que, de producirse, harían falsa la teoría o hipótesis investigada. El falsacionismo, refutacionismo o principio de falsabilidad es una corriente epistemológica fundada por el filósofo austriaco Karl Popper (1902-1994). Para Popper, contrastar una teoría significa intentar refutarla mediante un contraejemplo. Si no es posible refutarla, dicha teoría queda corroborada, pudiendo ser aceptada provisionalmente, pero nunca verificada. Dentro del falsacionismo metodológico, se pueden diferenciar el falsacionismo ingenuo inicial de Popper, el falsacionismo sofisticado de la obra tardía de Popper y la metodología de los programas de investigación de Imre Lakatos. (23)

Por otra parte, existen ciencias, especialmente en el caso de las ciencias humanas y sociales, donde los fenómenos no sólo no se pueden repetir controlada y artificialmente (que es en lo que consiste un experimento), sino que son, por su esencia, irrepetibles, por ejemplo, la historia.

## 2. Consenso científico y objetividad

El consenso científico es el juicio colectivo que manifiesta la comunidad científica respecto a una determinada posición su opinión, en un campo particular de la ciencia y en determinado momento de la historia. El consenso científico no es, en sí mismo, un argumento científico, y no forma parte del método científico; sin embargo, el consenso existe por el hecho de que está basado en una materia

objeto de estudio que sí presenta argumentos científicos o que sí utiliza el método científico.

El consenso suele lograrse a través del debate científico. La ética científica exige que las nuevas ideas, los hechos observados, las hipótesis, los experimentos y los descubrimientos se publiquen, justamente para garantizar la comunicación a través de conferencias, publicaciones (libros, revistas) y su revisión entre pares y, dado el caso, la controversia con los puntos de vista discrepantes. La reproducibilidad de los experimentos y la falsación de las teorías científicas son un requisito indispensable para la buena práctica científica.

El conocimiento científico adquiere el carácter de objetividad por medio de la "comunidad y sus instituciones", con independencia de los individuos. D. Bloor, siguiendo a Popper y su teoría del mundo, convierte simétricamente el reino de lo social en un reino sin súbditos individuales, en particular reduce el ámbito del conocimiento al estado del conocimiento en un momento dado, esto es, a las creencias aceptadas por la comunidad relevante, con independencia de los individuos en concreto. El conocimiento científico es únicamente adscrito a la "comunidad científica".

Pero esto no debe llevar a pensar que el conocimiento científico es independiente de un individuo concreto como algo autónomo. Lo que ocurre es que se encuentra "socialmente fijado" en documentos y publicaciones y está causalmente relacionado con los conocimientos de los individuos concretos que forman parte de la comunidad. (36)

### **3. Aplicaciones de la lógica y de las matemáticas en la ciencia**

(37)La lógica y la matemática son esenciales para todas las ciencias por la capacidad de poder inferir con seguridad unas verdades a partir de otras establecidas; es lo que las hace recibir la denominación de ciencias exactas.

La función más importante de ambas es la creación de sistemas formales de inferencia y la concreción en la expresión de modelos científicos. La observación y colección de medidas, así como la creación de hipótesis y la predicción, requieren a menudo modelos lógico-matemáticos y el uso extensivo del cálculo; resulta especialmente relevante la creación de modelos científicos mediante el cálculo numérico, debido a las enormes posibilidades de cálculo que ofrecen los ordenadores.

Las ramas de la matemática más comúnmente empleadas en la ciencia incluyen el análisis matemático, el cálculo numérico y la estadística, aunque virtualmente toda rama de la matemática tiene aplicaciones en la ciencia, incluso áreas "puras" como la teoría de números y la topología.

El empirismo lógico llegó a postular que la ciencia venía a ser, en su unidad formal, una ciencia lógico-matemática capaz de interpretar adecuadamente la realidad del mundo. La utilidad de la matemática para describir el universo es un tema central de la filosofía de la matemática.

#### 4. Divulgación científica

La divulgación científica tiene como objetivo hacer asequible el conocimiento científico a la sociedad más allá del mundo puramente académico. La divulgación puede referirse a los descubrimientos científicos del momento, como la determinación de la masa del neutrino, de teorías bien establecidas como la teoría de la evolución o de campos enteros del conocimiento científico. La divulgación científica es una tarea abordada por escritores, científicos, museos y periodistas de los medios de comunicación. La presencia tan activa y constante de la ciencia en los medios y viceversa ha hecho que se debata la conveniencia de utilizar la expresión «periodismo científico» en lugar de divulgación científica.

Algunos científicos que han contribuido especialmente a la divulgación del conocimiento científico son: Jacob Bronowski (El ascenso del hombre), Carl Sagan



(Cosmos: Un viaje personal), Stephen Hawking (Historia del tiempo), Richard Dawkins (El gen egoísta), Stephen Jay Gould, Martin Gardner (artículos de divulgación de las matemáticas en la revista Scientific American), David Attenborough (La vida en la tierra) y autores de ciencia ficción como Isaac Asimov. Otros científicos han realizado tareas de divulgación tanto en libros como en novelas de ciencia ficción, como Fred Hoyle. La mayor parte de las agencias o institutos científicos destacados en los Estados Unidos cuentan con un departamento de divulgación (Education and Outreach), si bien no es una situación común en la mayoría de los países. Muchos artistas, aunque la divulgación científica no sea su actividad formal, han realizado esta tarea a través de sus obras de arte: gran número de novelas y cuentos y otros tipos de obras de ficción narran historias directa o indirectamente relacionadas con descubrimientos científicos diversos, como las obras de Julio Verne. (38)

## 5. Influencia en la sociedad

Dado el carácter universal de la ciencia, su influencia se extiende a todos los campos de la sociedad, desde el desarrollo tecnológico a los modernos problemas de tipo jurídico relacionados con campos de la medicina o la genética. En ocasiones la investigación científica permite abordar temas de gran calado social como el Proyecto Genoma Humano y grandes implicaciones éticas como el desarrollo del armamento nuclear, la clonación, la eutanasia y el uso de las células madre.

Asimismo, la investigación científica moderna requiere en ocasiones importantes inversiones en grandes instalaciones.

## 6. Filosofía y sociología de la ciencia

La filosofía mira directamente a los apoyos lógicos del método científico, lo que separa a la ciencia de la no-ciencia y a la ética de la investigación que se supone implícita a la ciencia. Existen varias suposiciones básicas, derivadas de la filosofía por al menos un científico de renombre, que forman la base del método

científico, como puede ser que la realidad sea objetiva y consistente, que los humanos tengan la capacidad de percibir la realidad con precisión, y que existen explicaciones racionales para cualquier elemento del mundo real. (34) Estas suposiciones del naturalismo metodológico forman una base sobre la que se puede asentar la ciencia. El positivismo lógico, empirismo, falsabilidad, y otras teorías han criticado estas suposiciones y han dado visiones alternativas de la lógica de la ciencia, pero todas ellas también han sido, por otra parte, criticadas.

(26) Thomas Kuhn S. examinó la historia de la ciencia en su estructura de las revoluciones científicas, y encontró que el método utilizado por los científicos se diferenciaba con importancia del método utilizado con anterioridad. Sus observaciones de la práctica científica eran principalmente sociológicas y no hablan sobre como la ciencia puede ser practicada en otros tiempos o por otras culturas.

(38) Escritor y dramaturgo francés célebre por sus novelas de aventuras y por su profunda influencia en el género literario de la ciencia ficción. Fue condecorado con la Legión de Honor por sus aportes a la educación y a la ciencia.

Julio Verne habló de cosas a las que todavía no ha llegado nuestra tecnología, como, por ejemplo, medios para transportarse a 1500 kilómetros por hora.

(39) Norwood Russell Hanson, (23) Imre Lakatos y (26) Thomas Kuhn han trabajado en profundidad en el característico "cargado de teoría" de la observación. Hanson acuñó la idea de que toda la observación es dependiente del marco conceptual del observador, usando el concepto de psicología de la Gestalt para mostrar como las preconcepciones pueden afectar tanto a la observación como a la descripción. Comienza su primer capítulo con una discusión sobre el aparato de Golgi y su rechazo inicial como artefacto para teñir, y una discusión entre Brahe y Kepler observando el amanecer, que ven salir al sol de manera diferente a pesar de ser el mismo fenómeno fisiológico. Kuhn (26) y Feyerabend (21) reconocen ser los pioneros en encontrar la importancia de este trabajo.

Kuhn dijo en 1961 que el científico tiene una teoría en su mente antes de diseñar y llevar a cabo los experimentos que le llevarán a las observaciones empíricas, y que el camino de la teoría a la medición casi nunca puede ser hecho al revés. Esto implica que la manera en que la teoría es comprobada está dictada por la naturaleza de la misma teoría, lo que llevó al autor a argumentar que "una vez ha sido adoptada por una profesión, no se reconoce que ninguna teoría sea comprobable a través de ningún examen cuantitativo que no haya superado ya". (26) Paul Feyerabend examinó de manera similar la historia de la ciencia, lo que le llevó a negar que la ciencia sea un proceso genuinamente metodológico. En su libro *Contra el método* argumenta que el progreso científico no es el resultado de aplicar ningún método concreto. Básicamente, dice que, para cualquier método específico o norma de la ciencia, uno puede encontrar un episodio histórico en el que violarlo ha contribuido al progreso científico. Por tanto, si los que creen en el método científico desean expresar una simple regla universalmente válida, Feyerabend sugiere en broma que cualquier cosa vale. (12) Esta clase de críticas han llevado a un programa fuerte, un acercamiento radical a la sociología de la ciencia.

(39) Filósofo de la ciencia. Pionero en el avance de la tesis de que la observación está cargada de teoría- que el lenguaje de observación y lenguaje teoría están profundamente entrelazadas- y que la comprensión histórica y contemporánea son igualmente profundamente entrelazados. Su única preocupación intelectual más central era la comprensión y el desarrollo de una lógica del descubrimiento (23) Considera que la ciencia era incapaz de alcanzar la "verdad", pero sugirió en su programas de investigación científica, que cada nueva teoría era capaz de explicar más cosas que la anterior, y sobre todo, de predecir hechos nuevos que nadie antes ni siquiera se había planteado (como el cometa Halley que regresó exactamente el mismo año en que había sido calculado utilizando la teoría de Newton). Aunque esto no le distanciaba mucho de su amigo y colaborador Paul Feyerabend. Una de las obras más importante es su obra sobre el Falsacionismo sofisticado.

Las críticas posmodernistas a la ciencia han sido sujeto de intensas controversias. Este debate que a día de hoy sigue activo, conocido como las guerras de la ciencia, es el resultado de aplicar valores conflictivos y suposiciones entre el posmodernismo y el realismo científico. Mientras que los posmodernistas afirman que el conocimiento científico no es más que otro discurso (darse cuenta del significado especial de este término en el contexto) y que no es representativo de ninguna forma de verdad fundamental, los realistas en la comunidad científica mantienen que el conocimiento científico revela verdades reales y fundamentales de la realidad. Se han escrito muchos libros por científicos que han tomado este problema y han desafiado las afirmaciones de los posmodernistas mientras defienden a la ciencia como un método legítimo de derivar la verdad.

## 7. Rol en las posibilidades del descubrimiento

En algún punto entre el 33 % y el 50 % de todos los descubrimientos científicos se encuentra la tasa de descubrimiento científico que, en lugar de haber sido encontrados, fueron hallados por casualidad. Esto puede explicar el por qué con frecuencia los científicos dicen que tuvieron suerte. (40) A Louis Pasteur se le acredita la famosa frase: "La suerte está a favor de la mente preparada", pero algunos psicólogos han empezado a estudiar lo que significa "estar preparado para la suerte" en un contexto científico. La investigación está mostrando que a los científicos se les enseñan varias heurísticas que tienden a aprovechar la oportunidad y lo inesperado. Esto es lo que (41) Nassim Nicholas Taleb llama la "antifragilidad"; mientras que algunos sistemas de investigación son frágiles delante del error humano, las preferencias humanas y el azar, el método científico es más duro y resistente; de tal manera se beneficia de esa aleatoriedad de diferentes formas, ya que es antifrágil, cree que cuanto más antifrágil sea el sistema, más resultados dará en el mundo real.

(40) Sus descubrimientos tuvieron enorme importancia en diversos campos de las ciencias naturales, sobre todo en la química y microbiología. A él se debe la

técnica conocida como pasteurización. A través de experimentos refutó definitivamente la teoría de la generación espontánea y desarrolló la teoría germinal de las enfermedades infecciosas. Por sus trabajos es considerado el pionero de la microbiología moderna, iniciando la llamada «Edad de Oro de la Microbiología».

(41) Ensayista, investigador y financiero estadounidense. Es también miembro del Instituto de Ciencias Matemáticas de la Universidad de Nueva York. Se considera a sí mismo «empirista escéptico» y cree que los científicos y los financieros sobreestiman el valor de las explicaciones racionales sobre datos del pasado e infravaloran el peso de la aleatoriedad en esos datos. Considera que el pasado no puede usarse para predecir el futuro

El psicólogo (42) Kevin Dunbar Trabajó en el pensamiento complejo y razonamiento científico y propuso un modelo de búsqueda espacio dual del pensamiento científico en los adultos y los niños, dice que el proceso del descubrimiento a menudo comienza con un grupo de investigadores encontrando fallos en sus experimentos. Estos resultados inesperados llevan a los investigadores a intentar arreglar lo que piensan que puede ser el error en sus métodos. Llegado un punto, el investigador decide que el error es demasiado persistente y sistemático como para ser una coincidencia. Los aspectos altamente controlados, curiosos y cautelosos del método científico son por tanto lo que lo hace adecuado para identificar dichos errores persistentes. En este momento, el investigador empezará a pensar diversas explicaciones teóricas de dicho fallo, frecuentemente buscando la ayuda de colegas pertenecientes a diferentes dominios de la experiencia.

## 8. Relación con las matemáticas

La ciencia es el proceso de recopilar, comparar y evaluar modelos propuestos con lo observable. Un modelo puede ser una simulación, una fórmula matemática o química, o una serie de pasos propuestos de antemano. La ciencia es como las matemáticas en el sentido de que los investigadores de ambas

disciplinas pueden distinguir con claridad lo que es conocido de lo que es desconocido en cada etapa del descubrimiento. Los modelos, tanto científicos como matemáticos, necesitan ser internamente consistentes, al igual que también deben ser refutables. En las matemáticas, una afirmación no debe ser demostrada en el mismo momento; ya que en esa etapa una afirmación todavía sería llamada una conjetura. Sin embargo, cuando dicha afirmación ha adquirido una demostración matemática, ésta gana una especie de inmortalidad que es altamente apreciada por los matemáticos, y por la cual algunos matemáticos dedican sus vidas. (43) (42) En 1988 se trasladó a la Universidad de McGill en Montreal para convertirse en profesor adjunto de Psychology. Continuó su trabajo en el pensamiento científico y el descubrimiento de su aplicación a la biología molecular. En McGill fue pionero en una nueva forma de investigar el pensamiento complejo en la ciencia, mediante la investigación de los científicos que trabajaban en sus reuniones de laboratorio. Este nuevo "enfoque in vivo" ahora se ha utilizado para estudiar el pensamiento complejo en muchos dominios diferentes y es importante para la comprensión de las formas en que las personas aprenden y se educan en la ciencia.

(43) Cómo solucionar Sugiere los siguientes pasos cuando se resuelve un problema matemático: En primer lugar, usted tiene que entender el problema. Después de la comprensión, a continuación, hacer un plan. Llevar a cabo el plan. Mirar hacia atrás en su trabajo. ¿Cómo podría ser mejor? Si esta técnica no funciona, Pólya aconseja: "Si no puede resolver un problema, entonces no es un problema fácil puede resolver: Hallará" O: "Si no puede resolver el problema propuesto, intente para resolver primero algún problema relacionado. ¿Se imagina un problema relacionado más accesible? "

El trabajo matemático y el científico se pueden inspirar el uno al otro. Por ejemplo, el concepto técnico del tiempo surgió de la ciencia, y la intemporalidad fue un distintivo tema de las matemáticas. Pero al día de hoy, la conjetura (Hipótesis) de (44) Poincaré ha sido demostrada usando el tiempo como un concepto

matemático en el que los objetos pueden fluir. El resultado sobre la esfera tridimensional (la 3-esfera); la hipótesis dejó de ser una conjetura para convertirse en un teorema tras su comprobación en 2003 por el matemático Grigori Perelman. El teorema sostiene que la esfera tridimensional, también llamada 3-esfera o hiperesfera, es la única variedad compacta tridimensional en la que todo lazo o círculo cerrado (1-esfera) se puede deformar (transformar) en un punto.

Aun así, la conexión entre las matemáticas y la realidad (al igual que la ciencia hasta el punto en el que describe la realidad) permanece en la oscuridad. El trabajo de (45) Eugene Wigner, en su conocido acercamiento al problema este físico fue ganador del Premio Nobel.

De hecho, algunos observadores, tales como Gregory Chaitin y George Lakoff, han sugerido que las matemáticas son el resultado de las limitaciones humanas (incluyendo las culturales) con las inclinaciones del practicante, algo así como una visión de la ciencia de corte pos- modernista.

El trabajo de (43) George Pólya sobre la resolución de problemas, la construcción de pruebas matemáticas y la heurística demuestran que el método matemático y el científico difieren en detalles, que de todas formas hacen parecerse entre ellos al usar unos pasos iterativos y repetitivos.

Quando estamos trabajando intensamente, nos sentimos profundamente el progreso de nuestro trabajo; estamos eufóricos cuando nuestro progreso es rápido, estamos deprimidos cuando es lento”.

N°	MÉTODO MATEMÁTICO	MÉTODO CIENTÍFICO
1	Comprensión	Caracterización por la experiencia y la observación



2	Análisis	Desarrollo de hipótesis
3	Síntesis	Predicción de hipótesis
4	Revisión - Generalización	Experimentación

Según el punto de vista de Pólya, comprender incluye reformular las definiciones que resultan poco familiares con las propias palabras de uno, recurriendo a figuras geométricas, y cuestionando lo que sabemos y no sabemos todavía; análisis, el cual Pólya toma de (46)Pappus de Alejandría, Su obra principal, la Colección matemática, escrita hacia el 340, reviste una particular importancia desde el punto de vista histórico porque, además de ser una exposición completa y sistemática de los conocimientos de su época, recoge fragmentos, a veces íntegros, de las obras que constituían los fundamentos de la enseñanza de las matemáticas en la ciudad de Alejandría, hoy en gran parte perdidas. A los conocimientos recopilados añadió Pappus numerosas notaciones, generalizaciones y resultados originales, incluye una construcción libre y heurística de argumentos plausibles, trabajando hacia atrás desde el objetivo, y divinando un plan para construir una prueba; síntesis es la exposición estrictamente euclídea de los detalles paso a paso de la prueba; revisión incluye la reconsideración y la reexaminación del resultado y del camino que ha llevado hasta él. Dio especial atención al teorema del hexágono o más conocido como Teorema de Pappus... Teorema de capital importancia por su trascendencia en el campo de la Geometría para la resolución de problemas... Y también al teorema del centroide.

(47) Gauss Carl Friedrich, (El método de Gauss) es una generalización del método de reducción, que utilizamos para eliminar una incógnita en los sistemas de dos ecuaciones con dos incógnitas. Consiste en la aplicación sucesiva del método de reducción, utilizando los criterios de equivalencia de sistemas, cuando fue preguntado sobre cómo llegó hasta sus teoremas, contestó en una ocasión "durch planmässiges Tattonieren" (a través de la experimentación sistemática palpable).



(23) Imre Lakatos discutió que los matemáticos hacen uso de la contradicción, la crítica y la revisión como principios para mejorar su trabajo. De igual manera que la ciencia, donde se busca la verdad, pero no se encuentra la certeza, en pruebas y refutaciones, en el cual Lakatos intentó establecer que no existe el teorema de las matemáticas informales que sea final ni perfecto. Esto significa que no debemos pensar que un teorema sea definitivamente cierto, sólo que, por ahora, no se ha encontrado un contra ejemplo. Una vez se encuentre dicho contra ejemplo, como una entidad que se contradiga por el teorema, se ajusta el teorema, posiblemente extendiendo el dominio de su validez. Esta es una manera de acumular nuestro conocimiento, a través de la lógica y el proceso de demostraciones y refutaciones. (Si se dan axiomas para una sola rama de las matemáticas, Lakatos afirmó que las demostraciones de dichos axiomas son tautológicas; por ejemplo, la verdad lógica, fue reescrita, tal como hizo Poincaré [Pruebas y refutaciones, 1976].) (44)

Lakatos propuso una cuenta de conocimiento matemático basado en la idea de Polya de la heurística. En Pruebas y refutaciones, Lakatos dio varias reglas básicas para encontrar pruebas y contraejemplos a las conjeturas. Pensaba que los experimentos pensados para las matemáticas eran una vía válida para descubrir conjeturas y pruebas matemáticas.

## 9. Metodología

Es un vocablo generado a partir de tres palabras de origen griego: *metà* (“más allá”), *odòs* (“camino”) y *logos* (“estudio”). El concepto hace referencia al plan de investigación que permite cumplir ciertos objetivos en el marco de una ciencia. Cabe resaltar que la metodología también puede ser aplicada en el ámbito artístico, cuando se lleva a cabo una observación rigurosa. Por lo tanto, puede entenderse a la metodología como el conjunto de procedimientos que determinan una investigación de tipo científico o marcan el rumbo de una exposición doctrinal.

En el ámbito de las ciencias sociales, el recurso de la metodología se enfoca en la realidad de una sociedad para arribar a una conclusión cierta y contundente acerca de un episodio valiéndose de la observación y el trabajo práctico típico de toda ciencia.

Es importante la distinción entre el método (nombre que recibe cada plan seleccionado para alcanzar un objetivo) y la metodología (rama que estudia el método). El metodólogo no se dedica a analizar ni a verificar conocimiento ya obtenido y aceptado por la ciencia: su tarea es rastrear y adoptar estrategias válidas para incrementar dicho conocimiento.

La metodología es una pieza esencial de toda investigación (método científico) que sigue a la propedéutica ya que permite sistematizar los procedimientos y técnicas que se requieren para concretar el desafío. Cabe aclarar que la propedéutica da nombre a la acumulación de conocimientos y disciplinas que son necesarios para abordar y entender cualquier materia. El término proviene del griego pró (“antes”) y paideutikós (“referente a la enseñanza”)

En otras palabras, la metodología es un recurso concreto que deriva de una posición teórica y epistemológica, para la selección de técnicas específicas de investigación. La metodología, entonces, depende de los postulados que el investigador crea que son válidos, ya que la acción metodológica será su herramienta para analizar la realidad estudiada. La metodología para ser eficiente debe ser disciplinada y sistemática y permitir un enfoque que permite analizar un problema en su totalidad.

(48) Dentro de una investigación pueden desarrollarse muchas metodologías, pero todas ellas pueden encasillarse en dos grandes grupos, la metodología de investigación cualitativa tiene como objetivo la descripción de las cualidades de un fenómeno. Busca un concepto que pueda abarcar una parte de la realidad. No se trata de probar o de medir en qué grado una cierta cualidad se encuentra en un cierto acontecimiento dado, sino de descubrir tantas cualidades como sea posible.

Los orígenes de los métodos cualitativos se encuentran en la antigüedad, pero a partir del siglo XIX, con el auge de las ciencias sociales – sobre todo de la sociología y la antropología – esta metodología empieza a desarrollarse de forma progresiva. y la metodología de investigación cuantitativa. Surge en los siglos XVIII y XIX, en el proceso de consolidación del Capitalismo y en el seno de la Sociedad Burguesa Occidental. Con la finalidad de analizar los conflictos sociales y el hecho económico como Universo complejo. Inspiradas en las Ciencias Naturales y estas en la física Newtonianas a partir de los conocimientos de Galileo. Con Claude Saint Simón y Augusto Comte surge la Sociología como Ciencia.

Su racionalidad está fundamentada en el Cientificismo y el Racionalismo, como posturas Epistemológicas Institucionalistas. Profundo apego a la tradicionalidad de la Ciencia y utilización de la neutralidad valorativa como criterio de objetividad, por lo que el conocimiento está fundamentado en los hechos, prestando poca atención a la subjetividad de los individuos. Su representación de la realidad es parcial y atomizada. El experto se convierte en una autoridad de verdad.

(49) Hurtado y Toro (1998). "Dicen que la investigación Cuantitativa tiene una concepción lineal, es decir que haya claridad entre los elementos que conforman el problema, que tenga definición, limitarlos y saber con exactitud donde se inicia el problema, también le es importante saber qué tipo de incidencia existe entre sus elementos".

Por otro lado, la metodología también puede ser comparativa (analiza), descriptiva (expone) o normativa (valora). Para saber si conviene utilizar un tipo de metodología u otro, el científico o investigador tiene que tener en cuenta un conjunto de aspectos importantes. Algunas de las preguntas que debe hacerse son: ¿qué resultados espera conseguir? ¿Quiénes son los interesados en conocer los resultados? ¿Cuál es la naturaleza del proyecto?

Es imprescindible que el método empleado y la teoría, que ofrece el marco donde se insertan los conocimientos, estén unidos por la coherencia (el cómo y el qué deben ser coherentes entre sí); esto significa que la metodología debe ser utilizada dentro de un marco ideológico, un sistema de ideas coherentes que sean las encargadas de explicar el para qué de la investigación. Método y metodología son cosas diferentes. El término método, también conocido como técnicas de investigación, puede definirse como el camino para alcanzar a un fin; en relación con la metodología consiste en los procedimientos que deben llevarse a cabo para cumplir con lo estipulado por ella y obtener conclusiones verídicas sobre el fenómeno o problema que se analiza. En otras palabras, mientras que la metodología es lo que une al sujeto al objeto de conocimiento y es imprescindible para conseguir el conocimiento científico, el método es el camino o instrumento que nos lleva a él.

Por ejemplo, en la metodología del entrenamiento deportivo consiste en las reglas que deben cumplirse dentro de la organización en la práctica de un deporte. Existen dos tipos de metodologías en este campo: pluridisciplinar e integrada.

La metodología pluridisciplinar es la que considera que el mejor rendimiento deportivo puede obtenerse a partir de la suma de los diferentes elementos que intervienen tales como la técnica, la táctica, y los aspectos físicos, psicológicos y visuales. Los fines se consiguen a partir de ejercicios claros y seguros.

La metodología integrada se encuentra basada en la práctica deportiva, y considera que las habilidades técnico-tácticas, físicas, psicológicas y visuales están íntimamente ligadas. En esa metodología se busca integración y combinación entre todos los elementos, pero se presta una mayor atención a la técnica y la táctica.

### 10. El Método Científico

El método científico fue desarrollado por Galileo en el renacimiento, Darwin lo aplicó directamente haciendo una combinación de los procesos lógicos de inducción y deducción.

El método científico es de naturaleza inductiva – deductiva. La inducción por si sola puede producir datos e información aislada, además de que muchos problemas no son susceptibles de resolución solo por medios inductivos, por lo tanto, se requiere de la integración de la inducción con la deducción.

La lógica inductiva y deductiva caracterizan a la investigación científica actual, constituyendo el método científico. El método es considerado como la forma más confiable para descubrir conocimientos.

# CAPÍTULO IV

## METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

## CAPÍTULO IV

## METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

**1. Definición**

Conjunto de procedimientos racionales utilizados para alcanzar una gama de objetivos que rigen una investigación científica, una exposición doctrinal o tareas que requieran habilidades, conocimientos o cuidados específicos. Alternativamente puede definirse la metodología como el estudio o elección de un método pertinente para un determinado objetivo. (50)

No debe llamarse metodología a cualquier procedimiento, ya que es un concepto que en la gran mayoría de los casos resulta demasiado amplio, siendo preferible usar el vocablo método.

**2. Términos filosóficos.**

La metodología es una de las etapas específicas de un trabajo o proyecto que parte de una posición teórica y conlleva a una selección de técnicas concretas (o métodos) acerca del procedimiento para realizar las tareas vinculadas con la investigación, el trabajo o el proyecto. Al describir una metodología adecuada, la postura filosófica se orienta según términos como los siguientes:

Racionalismo, en oposición al empirismo, acentúa la función de la razón en la investigación Pragmática, que es la manera en que los elementos del proyecto influyen en el significado.

Constructivismo o constructivismo epistemológico, en el que el conocimiento se desarrolla a partir de presunciones (hipótesis de partida) del investigador.

Criticismo, también de orden epistemológico, que pone límites al conocimiento mediante el estudio cuidadoso de posibilidades.

Escepticismo, duda o incredulidad acerca de la verdad o de la eficacia de lo generalmente admitido como válido.

Positivismo, derivado de la epistemología, afirma que el único conocimiento auténtico es el saber científico.

### 3. La heurística como metodología científica

#### Heurística

Palabra griega que significa “descubro”, “encuentro” Heurística es la capacidad de un sistema para realizar de forma inmediata innovaciones positivas para sus fines. La capacidad heurística es un rasgo característico de los humanos, desde cuyo punto de vista puede describirse como el arte y la ciencia del descubrimiento y de la invención o de resolver problemas mediante la creatividad y el pensamiento lateral o pensamiento divergente.

Como metodología científica, la heurística es aplicable a cualquier ciencia e incluye la elaboración de medios auxiliares, principios, reglas, estrategias y programas que faciliten la búsqueda de vías de solución a problemas; o sea, para resolver tareas de cualquier tipo para las que no se cuente con un procedimiento algorítmico de solución. Según Horst Müller(52): Los procedimientos heurísticos son formas de trabajo y de pensamiento que apoyan la realización consciente de actividades mentales exigentes. Los procedimientos heurísticos como método científico pueden dividirse en principios, reglas y estrategias.

*Principios heurísticos:* constituyen sugerencias para encontrar — directamente— la idea de solución; posibilita determinar, por tanto, a la vez, los medios y la vía de solución. Dentro de estos principios se destacan la analogía y la reducción (modelización).



*Reglas heurísticas:* actúan como impulsos generales dentro del proceso de búsqueda y ayudan a encontrar, especialmente, los medios para resolver los problemas. Las reglas heurísticas que más se emplean son:

- Separar lo dado de lo buscado.
- Confeccionar figuras de análisis: esquemas, tablas, mapas, etc.
- Representar magnitudes dadas y buscadas con variables.
- Determinar si se tienen fórmulas adecuadas.
- Utilizar números —estructuras más simples— en lugar de datos.
- Reformular el problema.

*Estrategias heurísticas:* se comportan como recursos organizativos del proceso de resolución, que contribuyen especialmente a determinar la vía de solución del problema abordado. Existen dos estrategias:

El trabajo hacia adelante: se parte de lo dado para realizar las reflexiones que han de conducir a la solución del problema: hipótesis.

El trabajo hacia atrás: se examina primeramente lo que se busca y, apoyándose en los conocimientos que se tienen, se analizan posibles resultados intermedios de lo que se puede deducir lo buscado, hasta llegar a los datos.

#### **4. Metodología de ciencias sociales**

La metodología en las ciencias sociales (como la sociología, antropología, economía y psicología) es el tipo específico de metodología que debe usarse en ciencias sociales con el objetivo de obtener explicaciones veraces de los hechos sociales, usando la observación y la experimentación común a todas las ciencias, las encuestas y la documentación (trabajo en biblioteca u otro centro de documentación)

René Descartes, filósofo, matemático y físico francés, considerado el padre de la filosofía moderna, así como uno de los nombres más destacados de la revolución científica.

**Método científico** (del griego: -μετά = hacia, a lo largo- -οδός = camino-; y del latín scientia = conocimiento; camino hacia el conocimiento) es un método de investigación usado principalmente en la producción de conocimiento en las ciencias. Para ser llamado científico, un método de investigación debe basarse en la empírica y en la medición, sujeto a los principios específicos de las pruebas de razonamiento. Según el Oxford English Dictionary, el método científico es: «un método o procedimiento que ha caracterizado a la ciencia natural desde el siglo XVII, que consiste en la observación sistemática, medición, experimentación, la formulación, análisis y modificación de las hipótesis» (53)

El método científico está sustentado por dos pilares fundamentales. El primero de ellos es la reproducibilidad, es decir, la capacidad de repetir un determinado experimento, en cualquier lugar y por cualquier persona. Este pilar se basa, esencialmente, en la comunicación y publicidad de los resultados obtenidos (por ej. en forma de artículo científico). El segundo pilar es la refutabilidad. Es decir, que toda proposición científica tiene que ser susceptible de ser falsada o refutada (falsacionismo). Esto implica que se podrían diseñar experimentos, que, en el caso de dar resultados distintos a los predichos, negarían la hipótesis puesta a prueba. La falsabilidad no es otra cosa que el modus tollendo tollens (en latín significa "el camino que niega al negar") es una forma de argumento válida y una regla de inferencia del método hipotético deductivo experimental. Según (54) James B. Conant, no existe un método científico específico, el científico usa métodos definitorios, métodos clasificatorios, métodos estadísticos, métodos hipotético-deductivos, procedimientos de medición, entre otros. Y según esto, referirse al método científico es referirse a este conjunto de tácticas empleadas para constituir el conocimiento, sujetas al devenir histórico, y que eventualmente podrían ser otras

en el futuro. Ello nos conduce tratar de sistematizar las distintas ramas dentro del campo del método científico.

## 5. Tipología - métodos científicos

La sistematización de los métodos científicos es una materia compleja y difícil. No existe una única clasificación, ni siquiera a la hora de considerar cuántos métodos distintos existen. A pesar de ello aquí se presenta una clasificación que cuenta con cierto consenso dentro de la comunidad científica. Además, es importante saber que ningún método es un camino infalible para el conocimiento, todos constituyen una propuesta racional para llegar a su obtención.

*Método empírico-analítico.* Conocimiento de manera lógica autocorrectivo y progresivo.

Características de las ciencias naturales y sociales o humanas. Caracteriza a las ciencias descriptivas. Es el método general más utilizado. Se basa en la lógica empírica. Dentro de éste podemos observar varios métodos específicos con técnicas particulares. Se distinguen los elementos de un fenómeno y se procede a revisar ordenadamente cada uno de ellos por separado.

*Método experimental:* Algunos lo consideran por su gran desarrollo y relevancia un método independiente del método empírico, considerándose a su vez independiente de la lógica empírica su base, la lógica experimental. Comprende a su vez:

- Método hipotético deductivo. En el caso de que se considere al método experimental como un método independiente, el método hipotético deductivo pasaría a ser un método específico dentro del método empírico analítico, e incluso fuera de éste.
- Método de la observación científica: Es el propio de las ciencias descriptivas.

- Método de la medición: A partir del cual surge todo el complejo empírico-estadístico.

*Método hermenéutico:* Es el estudio de la coherencia interna de los textos, la Filología, la exégesis de libros sagrados y el estudio de la coherencia de las normas y principios.

*Método dialéctico:* La característica esencial del método dialéctico es que considera los fenómenos históricos y sociales en continuo movimiento. Dio origen al materialismo histórico.

*Método fenomenológico.* Conocimiento acumulativo y menos autocorrectivo.

*Método histórico.* Está vinculado al conocimiento de las distintas etapas de los objetos en su sucesión cronológica. Para conocer la evolución y desarrollo del objeto o fenómeno de investigación se hace necesario revelar su historia, las etapas principales de su desenvolvimiento y las conexiones históricas fundamentales. Mediante el método histórico se analiza la trayectoria concreta de la teoría, su condicionamiento a los diferentes períodos de la historia.

*Método sistémico.* Está dirigido a modelar el objeto mediante la determinación de sus componentes, así como las relaciones entre ellos. Esas relaciones determinan por un lado la estructura del objeto y por otro su dinámica.

*Método sintético.* Es un proceso mediante el cual se relacionan hechos aparentemente aislados y se formula una teoría que unifica los diversos elementos. Consiste en la reunión racional de varios elementos dispersos en una nueva totalidad, este se presenta más en el planteamiento de la hipótesis. El investigador sintetiza las superaciones en la imaginación para establecer una explicación tentativa que someterá a prueba.

*Método lógico.* Es otra gran rama del método científico, aunque es más clásica y de menor fiabilidad. Su unión con el método empírico dio lugar al método hipotético deductivo, uno de los más fiables hoy en día.

*Método lógico deductivo:* Mediante él se aplican los principios descubiertos a casos particulares, a partir de un enlace de juicios. Destaca en su aplicación el método de extrapolación. Se divide en:

- Método deductivo directo de conclusión inmediata: Se obtiene el juicio de una sola premisa, es decir que se llega a una conclusión directa sin intermediarios.
- Método deductivo indirecto o de conclusión mediata: La premisa mayor contiene la proposición universal, la premisa menor contiene la proposición particular, de su comparación resulta la conclusión. Utiliza silogismos.

*Método lógico inductivo:* Es el razonamiento que, partiendo de casos particulares, se eleva a conocimientos generales. Destaca en su aplicación el método de interpolación. Se divide en:

- Método inductivo de inducción completa: La conclusión es sacada del estudio de todos los elementos que forman el objeto de investigación, es decir que solo es posible si conocemos con exactitud el número de elementos que forman el objeto de estudio y, además, cuando sabemos que el conocimiento generalizado pertenece a cada uno de los elementos del objeto de investigación.
- Método inductivo de inducción incompleta: Los elementos del objeto de investigación no pueden ser numerados y estudiados en su totalidad, obligando al sujeto de investigación a recurrir a tomar una muestra

representativa, que permita hacer generalizaciones. Éste a su vez comprende:

- Método de inducción por simple enumeración o conclusión probable. Es un método utilizado en objetos de investigación cuyos elementos son muy grandes o infinitos. Se infiere una conclusión universal observando que un mismo carácter se repite en una serie de elementos homogéneos, pertenecientes al objeto de investigación, sin que se presente ningún caso que entre en contradicción o niegue el carácter común observado. La mayor o menor probabilidad en la aplicación del método, radica en el número de casos que se analicen, por tanto, sus conclusiones no pueden ser tomadas como demostraciones de algo, sino como posibilidades de veracidad. Basta con que aparezca un solo caso que niegue la conclusión para que esta sea refutada como falsa.
- Método de inducción científica. Se estudian los caracteres y/o conexiones necesarias del objeto de investigación, relaciones de causalidad, entre otros. Guarda enorme relación con el método empírico.

*Método analógico:* Consiste en inferir de la semejanza de algunas características entre dos objetos, la probabilidad de que las características restantes sean también semejantes. Los razonamientos analógicos no son siempre válidos. (55)

## 6. Descripciones del método científico

(56) Por proceso o "método científico" se entiende aquellas prácticas utilizadas y ratificadas por la comunidad científica como válidas a la hora de proceder con el fin de exponer y confirmar sus teorías. Las teorías científicas, destinadas a explicar de alguna manera los fenómenos que observamos, pueden apoyarse o no en experimentos que certifiquen su validez. Sin embargo, hay que dejar claro que el mero uso de metodologías experimentales, no es necesariamente

sinónimo del uso del método científico, o su realización al 100%. Por ello, Francis Bacon definió el método científico de la siguiente manera:

- **Observación:** Es aplicar atentamente los sentidos a un objeto o a un fenómeno, para estudiarlos tal como se presentan en realidad, puede ser ocasional o causalmente.
- **Inducción:** La acción y efecto de extraer, a partir de determinadas observaciones o experiencias particulares, el principio particular de cada una de ellas.
- **Hipótesis:** Consiste en elaborar una explicación provisional de los hechos observados y de sus posibles causas.
- Probar la hipótesis por experimentación.
- Demostración o refutación (antítesis) de la hipótesis.
- Tesis o teoría científica.

Así queda definido el método científico tal y como es normalmente entendido, es decir, la representación social dominante del mismo. Esta definición se corresponde sin embargo únicamente a la visión de la ciencia denominada positivismo en su versión más primitiva. Empero, es evidente que la exigencia de la experimentación es imposible de aplicar a áreas de conocimiento como la astronomía, la física teórica, etcétera. En tales casos, es suficiente la observación de los fenómenos producidos naturalmente, en los que el método científico se utiliza en el estudio (directo o indirecto) a partir de modelos más pequeños, o a partes de éste. Por otra parte, existen ciencias no incluidas en las ciencias naturales, especialmente en el caso de las ciencias humanas y sociales, donde los fenómenos no sólo no se pueden repetir controlada y artificialmente (que es en lo que consiste un experimento), sino que son, por su esencia, irrepetibles, por ejemplo, la historia. De forma que el concepto de método científico ha de ser repensado, acercándose más a una definición como la siguiente: "proceso de conocimiento caracterizado por el uso constante e irrestricto de la capacidad crítica de la razón, que busca establecer la explicación de un fenómeno ateniéndose a lo

previamente conocido, resultando una explicación plenamente congruente con los datos de la observación".

Así, por método o proceso científico se entiende aquellas prácticas utilizadas y ratificadas por la comunidad científica como válidas a la hora de proceder con el fin de exponer y confirmar sus teorías, como por ejemplo los Postulados de Koch para la microbiología. Las teorías científicas, destinadas a explicar de alguna manera los fenómenos que observamos, pueden apoyarse o no en experimentos que certifiquen su validez. (56,57)

## **7. El método científico como método para la eliminación de falacias y prejuicios**

### **Lista de prejuicios cognitivo**

El método científico envuelve la observación de fenómenos naturales y luego, la postulación de hipótesis y su comprobación mediante la experimentación. Pues bien, los prejuicios cognitivos no son más que hipótesis, inducciones o construcciones mentales que han sido sesgadas positiva o negativamente por el cerebro. Asimismo, cuando se realizan afirmaciones o se argumenta y estos prejuicios cognitivos salen a la luz se convierten en falacias. El prejuicio cognitivo o proceso mental con el que se sesgan las creencias no se puede eliminar pues es un aspecto fisiológico intrínseco a la psique del ser humano y que además parece estar extendido evolutivamente ya que cumple su función en la asociación y reconocimiento de objetos cotidianos, véase por ejemplo pareidolia (un fenómeno psicológico donde un estímulo vago y aleatorio (habitualmente una imagen) es percibido erróneamente como una forma reconocible). Lo que es posible es compensar el sesgo o modificar las propias creencias mediante el método científico como mecanismo para descartar hipótesis que son falsas. De esta forma, el sesgo se situaría en dirección a hipótesis que son menos falsas hasta nuevas revisiones en busca de factores desconocidos o nueva información.



La ciencia no pretende ser ni absoluta, ni autoritaria, ni dogmática. Todas las ideas, hipótesis, teorías; todo el conocimiento científico está sujeto a revisión, a estudio y a modificación. El conocimiento que tenemos representa las hipótesis científicas y teorías respaldadas por observaciones y experimentos (método empírico).

Para no caer en el prejuicio cognitivo es necesario, por tanto, la experimentación, el no hacerlo llevaría a la misma negligencia puesto que la verdad de una aseveración según el método científico recae en la fuerza de sus evidencias comprobadas por experimentación.

Después de llevar a cabo la experimentación se analiza los resultados y se llega a una conclusión. Si los resultados respaldan la hipótesis, ésta adquiere validez; si los resultados la refutan, ésta se descarta o se modifica presentando nuevas formas para refutarla.

El método científico es también afectado naturalmente por los prejuicios cognitivos ya que los efectos asociativos de nuestra mente son los que permiten, al mismo tiempo, lanzar el mayor número de hipótesis. Sin embargo, el método, si es bien ejecutado en sus últimos y más importantes pasos, permite desecharlas.

El primer paso en el método científico de tipo empírico es la observación cuidadosa de un fenómeno y la descripción de los hechos, es aquí donde entran en juego los prejuicios.

El segundo paso, el científico trata de explicarlo mediante hipótesis las cuales, ya están sesgadas por los prejuicios en la percepción de los acontecimientos o en las propias creencias. Sin embargo, solamente las ideas que puedan comprobarse experimentalmente están dentro del ámbito de la ciencia lo que permite desechar muchas teorías. Si las hipótesis enunciadas fueran invalidadas deberían predecir las consecuencias en el experimento y además

debería ser posible repetirlas. De esta forma, mediante la experimentación, la repetición y supervisión del experimento por parte de personas que pudieran tener otros sesgos cognitivos se minimizan los errores del experimento, los errores en la interpretación de los resultados o errores en estadísticas que harían a la teoría una falsa o imprecisa creencia. Por eso, en ciencia se usa la revisión por pares, a mayor número de revisiones menor probabilidad de sesgo o de falsa interpretación de los datos experimentales, con lo que el trabajo es considerado más riguroso o estable. Un proceso así, aunque mucho menos riguroso se puede observar en el pensamiento crítico cuando éste requiere de investigación activa propia para el esclarecimiento de argumentos y comprobación de las fuentes de información. En el pensamiento crítico se toman decisiones en función de la carga de la prueba que se hayan realizado sobre las fuentes y los argumentos y la información que se obtiene puede llegar a ser indirecta (de ahí la falta de rigurosidad). En el método científico no solo debe ser el hecho probado por la experimentación directa, sino que debe ser posible repetirlo.

El método empírico es un gran avance pues permite aproximarse a la verdad. Es un gran hito que ha permitido avanzar a la sociedad y debe ser dado a conocer ampliamente para extender su uso en otras disciplinas, sin embargo, el método sigue siendo un método que está restringido a la capacidad del evaluador. Esto quiere decir, que no solo los sesgos o la cultura influyen en el método, sino que también éste está limitado por la capacidad misma de la especie humana. Es el ser humano el que no solo propone las ideas, sino que decide cómo verificarlas. ¿Qué ocurriría si el ser humano no fuera capaz de ver más allá de su inteligencia para saber la verdad? La idea de que existe una limitación de la especie limita la misma aplicación del método. Para evitar esto, tal y como la evolución generó desde el mismo caos no inteligente seres tan complejos como los humanos, la combinación aleatoria de elementos de experimentación junto a la paralelización de la experimentación y unas reglas energéticas claras, deberían realizar descubrimientos aleatorios en largos periodos de tiempo. La combinación de estos dos métodos el evolutivo-aleatorio junto con el método científico empírico podrían

producir avances más importantes por no estar constreñidos al marco cultural actual. De hecho, mucho de los avances científicos se han producido por casualidad, error y suerte y no por deducción consciente.

El problema con los prejuicios cognitivos es que normalmente se aplican a conceptos que cambian con regularidad quizás a una velocidad mayor de lo que es posible medirlo mediante pruebas o experimentación, además no son uniformes y poseen excepciones, estos prejuicios se basan por tanto en probabilidades y no en afirmaciones certeras. El método científico por lo menos permite ponderar estas probabilidades, realizar estadísticas y revisar la propia seguridad en las afirmaciones. De esta forma debería eliminar la posición de certeza o del perfecto conocimiento del funcionamiento del mundo (otro sesgo extendido). El método científico, por tanto, se convierte en el método maestro para probar hipótesis y desechar las falsas. A esto se refería Einstein cuando dijo "No existe una cantidad suficiente de experimentos que muestren que estoy en lo correcto; pero un simple experimento puede probar que me equivoco". De otra forma, sin el método científico, las presunciones o prejuicios quedarían fijas cuando las circunstancias cambian, sujetas a nuestras propias interpretaciones de la realidad.

## 8. Modelos de explicación científica

El modelo clásico de investigación científica deriva del trabajo de Aristóteles, quien distinguió las formas del razonamiento aproximado y el exacto, estableció el esquema de tres puntos de los razonamientos abductivo, deductivo e inductivo, y también trató las formas compuestas tales como el razonamiento por analogía. (57)

## 9. Modelo pragmático

En 1877, (58) Charles Sanders Peirce caracterizó la investigación en general no como la persecución de la verdad, sino como el esfuerzo para desplazarse de las irritantes e inhibitorias dudas, nacidas de las sorpresas, desacuerdos y demás, y así alcanzar una creencia segura, creencia en la cual uno está preparado para

actuar. Enmarcó la investigación científica como parte de un espectro mayor e incitado por la misma duda, no por meras dudas verbales o hiperbólicas, las cuales sostenía que eran infructuosas. Delineó cuatro métodos para establecer opiniones, ordenadas del menos a la más exitosa:

- El método de la tenacidad (política de no apartarse de la creencia inicial) – la cual trae consuelo y firmeza, pero guía a intentar ignorar la información contraria y otros puntos de vista como si la verdad fuera intrínsecamente privada y no pública. Va contra el impulso social ya que uno puede darse cuenta cuando la opinión ajena es igual de buena que la propia. Sus éxitos pueden ser brillantes, pero tienden a ser transitorios.
- El método de la autoridad - se sobrepone a los desacuerdos, pero a veces con cierta brutalidad. Sus éxitos pueden ser majestuosos y duraderos, pero no puede funcionar plenamente como para suprimir las dudas indefinidamente, en especial cuando la gente aprende de sociedades presentes y pasadas.
- El método del a priori – que promueve la conformidad con menor brutalidad, pero fomenta que las opiniones sean como los gustos, surgiendo en conversaciones y comparaciones de perspectivas en términos de lo que es "aceptable por la razón." Por tanto, depende de las modas, y es cíclico con el tiempo. Es más intelectual y respetable, pero, como en los primeros dos métodos, sostiene creencias caprichosas y accidentales, haciendo que algunas mentes entren en duda.
- El método científico – el método en el que la investigación se tiene a sí misma como falible, y por ello se prueba, se critica, se corrige y se mejora así misma.

## 10. Comunicación y comunidad

Con frecuencia, el método científico es empleado no sólo por una persona, sino por varios individuos que cooperan entre ellos de manera directa o indirecta.

Dicha cooperación puede ser vista como uno de los elementos que definen una comunidad científica. Se han desarrollado varias técnicas para asegurar la integridad de la metodología científica dentro de estos ambientes.

### 11. Evaluación por revisión por pares

Las revistas científicas usan un proceso de revisión por pares, por el cual se envían los manuscritos de los científicos a un número indeterminado (normalmente de uno a tres) de científicos de la misma rama, casi siempre dentro del anonimato, para que realicen una evaluación del trabajo. Estos árbitros pueden o no recomendar la publicación, la publicación con ciertas modificaciones o, en ocasiones, la publicación en otra revista. Esto sirve para mantener la literatura científica libre de trabajos pseudocientíficos o acientíficos, para ayudar en evitar errores obvios, y en general mejorar la calidad del material. El proceso de revisión por pares puede tener ciertas limitaciones cuando se considera la investigación fuera del paradigma científico convencional: los problemas de pensamiento de grupo pueden interferir con una deliberación abierta y justa de algunas nuevas investigaciones.

### 12. Documentación y replicación

#### Reproductividad

A veces, los experimentadores pueden cometer errores sistemáticos durante sus investigaciones, desviándose inconscientemente del método científico y cayendo en la ciencia patológica por varios motivos o, en raras ocasiones, informar conscientemente de falsos resultados. En consecuencia, es una práctica común para otros científicos el intentar repetir los experimentos con la intención de duplicar los resultados, verificando así la hipótesis.

### 13. Archivo

Como resultado, a los investigadores se les supone la práctica del archivo de datos científicos, cumpliendo así con las políticas de las revistas científicas y las

agencias gubernamentales de subvención. El registro detallado de sus procedimientos experimentales, datos en bruto, análisis estadísticos y códigos fuente se conserva con la intención de suministrar pruebas de la efectividad e integridad del procedimiento y asistir en la reproducción. Estos registros de los procedimientos también pueden ayudar en la concepción de nuevos experimentos para comprobar las hipótesis, y pueden resultar útiles a los ingenieros que podrían examinar las aplicaciones prácticas en potencia de un descubrimiento cualquiera.

#### **14. Intercambio de datos**

Cuando se requiere información adicional antes de que un estudio pueda ser reproducido, se espera que el autor del estudio lo proporcione con puntualidad. Si dicho autor se niega a intercambiar sus datos, se puede reclamar a los editores de las publicaciones que hicieron públicos los estudios o a las instituciones que subvencionaron la investigación.

#### **15. Limitaciones**

Dado que resulta imposible para un científico registrarlo absolutamente todo lo que ocurre en un experimento, sólo se informa de los hechos que pueden ser subjetivamente relevantes. Esto puede llevar, inevitablemente, a posteriores problemas si se cuestiona algo supuestamente irrelevante. Por ejemplo, Heinrich Hertz no informó del tamaño de la habitación que se usó para comprobar las ecuaciones de Maxwell, que posteriormente acabaron produciendo una ligera desviación en los resultados. El problema es que partes de la propia teoría tienen que ser asumidas para poder seleccionar e informar de las condiciones del experimento. Las observaciones, por tanto, son a veces tildadas de estar "cargadas de teoría".

#### **16. Dimensiones de la práctica**

Las principales restricciones a la ciencia contemporánea son:

Publicación, por ejemplo, la revisión por pares.

Recursos, principalmente económicos.

A pesar de esto, las condiciones no han sido siempre iguales: en los viejos días de los "gentleman scientist" que subvencionaban y publicaban los trabajos, las restricciones eran mucho menos severas.

Ambas limitaciones requieren de manera indirecta del método científico, ya que los trabajos que violan estas restricciones serán difíciles de publicar y difíciles de financiar. Las revistas requieren que los trabajos presentados hayan seguido una buena práctica científica, y esto se comprueba principalmente por la revisión por pares. Originalmente, la importancia y el interés eran más importantes, como el ejemplo de las directrices de autor de la revista de la UNU.

## 17. 10 pasos para una investigación científica (59)

- a. Concebir la idea a investigar
- b. Plantear el problema de investigación
- c. Elaborar el marco teórico
- d. Definir el tipo y el nivel de investigación
- e. Establecer las hipótesis y definir las variables a investigar
- f. Seleccionar el diseño metodológico apropiado a lo anterior
- g. Seleccionar los sujetos a estudiar
- h. Recopilar y procesar los datos
- i. Analizar los resultados
- j. Elaborar y presentar el informe final

Veamos con detalle cada uno de estos pasos.

### a. Concebir la idea a investigar.

Salvo que el tema venga dado previamente por quien encarga la investigación, el alumno debe identificar el tema de investigación, generalmente con algunas orientaciones del profesor o por su cuenta. No es

raro encontrarse con que inicialmente se tiene una idea muy vaga y poco precisa de lo que se quiere o se puede hacer. Las ideas de investigación provienen de distintas fuentes y parten de diferentes niveles de conocimiento. En la medida en que se van precisando, se pueden identificar ideas totalmente nuevas, ideas parcialmente investigadas o ideas antiguas a las que se ve bajo un nuevo enfoque.

Según el caso, habrá casos en que se trata de ideas dirigidas a crear nuevos conocimientos, en cuyo caso se trata de una investigación teórica o una investigación de base. Lo más habitual, en el caso que nos ocupa, se suele tratar de ideas dirigidas a aplicar conocimientos existentes a nuevos campos o a problemas concretos, en cuyo caso se trata de una investigación aplicada.

Las ideas de investigación tienen que ser atractivas para el investigador, deben alentar su interés por la investigación. Una vez concebida la idea de investigación y conocidos sus antecedentes, se debe avanzar al siguiente paso: el planteamiento del problema.

### **b. Plantear el problema de investigación**

El planteamiento del problema consiste en precisar y estructurar formalmente la idea de la investigación. El paso de la idea al planteamiento del problema unas veces es inmediato y automático y otras bastante más complejo; depende de lo que el investigador conozca el tema y de su experiencia y habilidad para la investigación. Dice Ackoff que "un problema correctamente planteado es un problema parcialmente solucionado". Un buen planteamiento nos acerca a la solución y evita pérdidas de tiempo, esfuerzos y recursos. El planteamiento del problema debe expresar una relación entre dos o más variables; debe poderse formular claramente sin ambigüedades; y debe ser susceptible de prueba, porque la investigación científica aplicada estudia aspectos observables y medibles de la realidad. Para ello hay que realizar las siguientes tareas:



- Establecer los objetivos de la investigación. Estos objetivos deben elaborarse bajo los siguientes criterios:
  - i. Que sean explicitables y claramente expuestos.
  - ii. Que sirvan de guía para el estudio.
  - iii. Que sean alcanzables con el estudio.
  - iv. Que sean congruentes o compatibles entre sí.
  
- Desarrollar las preguntas de la investigación. Las preguntas deben resumir lo que va a ser la investigación. Las preguntas generales deben aclararse, esbozar el problema y sugerir actividades pertinentes para el estudio. Las preguntas deben ser precisas, no generales. Con ellas se deben establecer los límites temporales y espaciales del estudio y esbozar un perfil de los sujetos a observar.
  
- Justificar la conveniencia y utilidad del estudio. Es necesario justificar los motivos del estudio y explicar por qué es conveniente realizar la investigación y qué beneficios se derivarán de ella. Los criterios para evaluar el valor potencial de una investigación son su conveniencia, su relevancia social, sus implicaciones prácticas, su valor teórico y su utilidad metodológica. En algunas investigaciones, aunque no sea necesario para fines estrictamente científicos, habrá que cuestionarse sobre sus consecuencias sobre los sujetos investigados y/o sobre toda o parte de la sociedad. Por ejemplo, las investigaciones que impliquen experimentos sobre personas.
  
- Demostrar la viabilidad o factibilidad de la investigación en función de la disponibilidad real de tiempo y recursos materiales, humanos y financieros para hacerla. esta disponibilidad es la que delimitará su alcance.

**c. Elaborar el marco teórico:**

El marco teórico es el sustento teórico del estudio e incluye la exposición y análisis de las teorías, enfoques teóricos, investigaciones y antecedentes que se consideren válidos para el correcto encuadre del estudio. Las funciones del marco teórico son:

Ayudar a prevenir errores cometidos en otros estudios.

Orientar sobre la forma de llevar a cabo el estudio.

Ampliar el horizonte y guiar al investigador en el planteamiento del problema.

Conducir el establecimiento de las hipótesis.

Inspirar nuevas líneas y áreas de investigación.

Proveer de un marco de referencia para interpretar los resultados del estudio.

Las etapas de elaboración del marco teórico son: revisión de la literatura y de las fuentes de información existentes y adopción de una teoría o desarrollo de una perspectiva teórica. La revisión de la literatura consiste en:

Identificar las fuentes de información sobre el tema, tanto de los aspectos teóricos como de las aplicaciones ya existentes. Las fuentes pueden ser primarias (que proporcionan datos de primera mano o directos), secundarias (que proporcionan información procesada y/o reprocesada) y fuentes terciarias (que proporcionan fuentes primarias y secundarias).

Obtener las informaciones, localizándolas y accediendo a ellas.

Seleccionar, leer y analizar las fuentes.

Extraer y recopilar la información de interés, para lo cual se fichan las fuentes y se seleccionan las ideas, datos, citas, etc. que se usarán, señalando correctamente las referencias.

En la construcción del marco teórico puede el investigador encontrar, entre otras opciones, que:

Exista una teoría desarrollada y demostrada que se aplique al tema de la investigación. En este caso se toma la teoría como estructura del marco teórico de la investigación.

Existan varias teorías aplicables al tema de la investigación. Se elige la que más se acerque al tema de investigación o se toman los elementos de otras teorías que sean útiles.

Criterios de evaluación de la utilidad de la teoría para la investigación: En general, las teorías son útiles porque describen, explican y predicen el fenómeno que se investiga, organiza el conocimiento y orienta la investigación. Los criterios de evaluación de la utilidad de las teorías son:

- Capacidad de descripción, explicación y predicción.
- Consistencia lógica.
- Perspectiva o nivel de generalidad.
- Fructificación (heurística).
- Parsimonia (sencillez).

#### **d. Definir tipo y nivel de investigación**

Los diferentes tipos de investigaciones hacen referencia al nivel de profundización de los estudios que implican y la elección de un tipo u otro de investigación depende esencialmente del estado de los conocimientos sobre el tema, el enfoque y los objetivos del estudio. Hay diferentes tipos de investigación, tales como:

- Estudios exploratorios, que se hacen cuando el objetivo es examinar una tema o problema de investigación poco o nada estudiado. Generalmente

no tienen una finalidad propia, pero sirven de base para preparar los otros tipos de estudios

- Estudios descriptivos, que miden de manera independiente los conceptos o variables objeto de la investigación. Su objetivo es alcanzar la máxima precisión posible en la medición de los fenómenos. Pueden ofrecer posibilidades rudimentarias de predicción.
- Estudios correlacionales, que pretenden establecer y medir las relaciones entre dos o más conceptos o variables. Estudian las relaciones entre ellas y su comportamiento conjunto. Sirven para predecir el comportamiento de una variable sabiendo cómo varían otras vinculadas con ella. Tienen un valor explicativo parcial. Se deben eliminar cuidadosamente las "correlaciones espúreas", aparentes o casuales.
- Estudios explicativos, que tratan de analizar las causas de los acontecimientos físicos y/o sociales. Tratan de explicar por qué ocurre un fenómeno, en qué circunstancias acaece y cómo y por qué se relacionan dos o más variables. Una investigación puede contener elementos de todos o algunos de estos tipos. Todos ellos son igualmente válidos e importantes; su elección depende del nivel de conocimientos que se tenga del tema y del enfoque que se le vaya a dar al estudio.

### **e. Establecer las hipótesis y definir las variables:**

Las hipótesis son proposiciones tentativas sobre el comportamiento de las variables y/o sus interrelaciones; se apoyan en conocimientos previos organizados y sistemáticos; con el estudio se trata de probar si la realidad analizada las confirma o no. Es habitual que, en la formulación de las hipótesis, se incorporen los juicios de valor que tiene el investigador sobre el tema a investigar, por lo que se deberán identificar éstos. Las hipótesis pueden ser generales o específicas; surgen de los objetivos y preguntas de investigación y de los postulados y análisis de la teoría y su aplicación al

objeto de estudio y sirven para guiar el estudio, describir y/o explicar lo que se estudia y probar y/o sugerir teorías. Los requisitos que deben reunir las hipótesis son:

- Referirse a una situación real.
- Expresarse en términos o variables comprensibles, precisos y concretos
- Proponer relaciones claras y verosímiles (es decir, lógicas) entre las variables.
- Plantear los términos de la hipótesis y la relación entre ellos de manera que puedan ser observados y medidos, es decir, tener referentes en la realidad.
- Estar relacionados con las técnicas disponibles para probarlas. Hay muchos tipos de hipótesis, entre las que destacan:
  - Hipótesis de investigación o hipótesis de trabajo (H1, H2,...) son las que cumplen los cinco requisitos señalados. Según el tipo de investigación a realizar pueden ser:
    - Hipótesis descriptivas del valor de las variables: Describen los valores de éstas que se espera observar.
    - Hipótesis correlacionales: Expresan la posible relación asociativa entre dos variables y la forma de esta asociación. El orden en que se colocan las variables no importa, ya que aquí aún no se habla de variables independientes y dependientes, ni de causas y efectos. Pueden ser bivariadas (entre dos variables) y multivariadas (entre más de dos variables).
    - Hipótesis de la diferencia entre grupos: Comparan los comportamientos de las variables en dos o más grupos de sujetos.

Sólo pretenden establecer diferencias entre los grupos y especificar a favor de qué grupo están las diferencias.

- Hipótesis causales: Expresan relaciones causa-efecto entre variables. Para que pueda darse causalidad debe haber correlación. Pueden ser hipótesis causales bivariadas (una variable independiente-una dependiente); hipótesis causales multivariadas (varias variables independientes - una dependiente; una independiente – variables dependientes; varias independientes - varias dependientes); un caso especial de éstas son las hipótesis causales con variables intervinientes (en las que se incluyen una o más variables modifican la relación causal).
- Hipótesis nulas ( $H_0$ ) son proposiciones acerca de la relación entre variables que sólo sirven para refutar lo que afirman las hipótesis de trabajo. Su clasificación es similar a la de éstas.
- Hipótesis alternativas ( $H_a$ ) son las que expresan posibles “alternativas” entre las hipótesis de trabajo y nula o explicaciones distintas a las que proporcionan éstas. Se suman a las hipótesis de trabajo originales.
- Hipótesis estadísticas son la transformación de las hipótesis de trabajo, nulas y alternativas en símbolos estadísticos. Estas hipótesis son de tres tipos:
  - Hipótesis estadística de estimación que corresponde a las hipótesis descriptivas del valor de las variables y se basan en información previa.
  - Hipótesis estadística de correlación que traduce la correlación entre dos o más variables en términos estadísticos.

- Hipótesis estadística de la diferencia de medias u otros valores en la que se comparan estadísticas de dos o más grupos.

En cada investigación se formulan hipótesis de todos o algunos de los tipos, según las características del estudio. Si los datos no aportan pruebas en favor de las hipótesis planteadas, esto puede significar que las hipótesis eran falsas (lo que implica un avance en el conocimiento) o la investigación tuvo errores (lo que ayuda a mejorar la investigación). Una variable o atributo es una propiedad del objeto, numérica o no numérica, respectivamente, que puede variar (adquirir diversos valores o modalidades) y cuya variación es susceptible de medida. Al formular las hipótesis se deben definir las variables con objeto de tener un lenguaje común entre investigadores y usuarios, garantizar la evaluación real de las variables, poder comparar con otras investigaciones y evaluar correctamente los resultados de la investigación.

Detectar las variables es el proceso de identificarlas y definir las conceptual y operacionalmente. Una definición conceptual es la explicación del término que expresa la variable en función de otros términos. Esta definición es necesaria, pero insuficiente para la investigación ya que no se relaciona directamente con la realidad. Una definición operacional es el conjunto de actividades u operaciones necesarias para medir la variable.

### **f. Seleccionar el diseño apropiado de investigación:**

El diseño de investigación se elige en función del problema a investigar, el contexto de la investigación, los objetivos del estudio, las hipótesis formuladas y, en algunos casos, de la disponibilidad de recursos. Los diseños más habituales en las Ciencias Sociales son:

- Los diseños experimentales que pueden ser experimentos verdaderos, cuasi experimentos y pre experimentos.

- Los diseños no experimentales que pueden ser transaccionales (descriptivos, correlacionales y causales) y longitudinales (análisis de tendencia, evolutivos y de panel).

Debido a las características de las Ciencias Sociales, las investigaciones en este campo no suelen ser experimentales puras. En caso concreto de las Ciencias Económicas sus investigaciones suelen ser no experimentales y sólo en algunas áreas concretas, semi experimentales. La investigación no experimental posee un control menos riguroso que la experimental y es más difícil inferir relaciones causales. Pero la investigación no experimental es más natural y cercana a la vida cotidiana. Se utiliza cuando no se puede o no se debe hacer experimentos. Para muchos autores, el desarrollo de los modelos econométricos de simulación con ordenadores de gran capacidad, ha introducido la posibilidad de simular experimentos en este ámbito. Sin embargo, para los objetivos de este documento, nos concentraremos en los diseños no experimentales que son los habituales en los estudios económicos.

La investigación no experimental es la que se realiza sin intervención del investigador sobre las variables independientes. Proporciona un enfoque retrospectivo (ex-post facto) y observa variables y relaciones en su contexto natural. Pueden ser:

- Diseños transversales: Son los que hacen las observaciones en un único momento del tiempo. Dentro de ellos, podemos distinguir:
  - i. Diseños descriptivos, que miden individualmente las variables y reportan esas mediciones
  - ii. Diseños correlacionales, que describen relaciones entre variables sin imputarles sentido de causalidad.
  - iii. Diseños correlacionales – causales, que describen relaciones causales entre las variables.



- Diseños longitudinales: Son los que realizan observaciones en dos o más momentos del tiempo. Dentro de ellos podemos distinguir:
  - i. Diseños tendenciales, que estudian toda la población.
  - ii. Diseños evolutivos de grupo, que estudian grupos o sub poblaciones.
  - iii. Diseños de panel o longitudinales puros, que estudian a los mismos sujetos a lo largo del tiempo.

El tipo de diseño a elegir está condicionado por el problema a investigar, el contexto que rodea a la investigación, el tipo de estudio a efectuar y las hipótesis formuladas.

### **g. Seleccionar los sujetos a estudiar:**

Hay dos fases que realizar en este paso: Determinar el universo o población a estudiar y seleccionar y extraer la(s) muestra(s), cuando sea necesario. Los sujetos de estudio conforman las unidades de análisis y se identifican en función del problema y de los objetivos de la investigación. La población es el conjunto de sujetos de estudio que tienen o pueden tener las características contenidas, lugar y tiempo de las unidades de análisis. La muestra es un subconjunto de la población determinado según ciertos criterios llamados parámetros muestrales. Los principales parámetros son el tamaño de la muestra y el error muestral admisible. Estos parámetros varían en sentido opuesto: a mayor tamaño de la muestra, menor error muestral y viceversa. La decisión sobre éstos depende de los objetivos, diseño y costo de la investigación. El tipo de muestra se selecciona según dichos criterios y el uso previsto de los resultados de la investigación. Las muestras probabilísticas son aquellas en cuya selección interviene el azar. Se usan en los estudios que pretenden generalizar sus resultados a toda la población. La hipótesis implícita de estos estudios es que los fenómenos a estudiar se distribuyen aleatoriamente entre los sujetos de la población. Para ello, todos los elementos de ésta deben tener al inicio la misma probabilidad de ser

elegidos, de manera que las características de la muestra "representen" las de la población. Las muestras probabilistas se establecen por:

- Muestreo simple: Se eligen los sujetos al azar entre todos los elementos de la población de los que se investigan.
- Muestreo estratificado: Se divide la población en estratos, (grupos homogéneos internamente y heterogéneos entre sí) y se aplica un muestreo simple dentro de cada estrato.
- Muestreo por racimos o segmentos: La población se divide en segmentos (grupos heterogéneos en sí y homogéneos entre sí) y se eligen los segmentos por muestreo simple; para segmentar la población generalmente se usan criterios de proximidad geográfica o física para ahorrar costes.

La selección de los elementos de la muestra se efectúa a través de diferentes procedimientos estadísticos y se ve afectada por la disponibilidad de información y por el coste de la investigación. Algunos de ellos son el sorteo (tómbola o bombo), la tabla de números aleatorios (random variable) o selección sistemática (un elemento de cada  $x$ , empezando por uno elegido al azar). Para ello debe existir un listado exhaustivo de todos los elementos de la población (marco muestral) que pueden proceder de archivos, mapas, censos y directorios de diferente tipo.

Las muestras no probabilísticas o dirigidas son aquellas en que la selección de los sujetos se hace según el criterio subjetivo del investigador. Sus resultados no pueden generalizarse al conjunto de la población (aunque algunas veces lo hagan). Pueden ser muestras de sujetos voluntarios, que se usan en diseños experimentales; de expertos, que se usa en estudios exploratorios; de sujetos-tipo o estudio de casos, usada en investigaciones cualitativas y motivacionales; y por cuotas, que se usa en mercadotecnia y encuestas de opinión. Cuando la muestra tiene más de 100 observaciones, se puede aplicar el teorema central del límite, según el cual los valores de

las características observadas en la muestra siguen una curva de distribución normal (campana de Gauss). Esto permite hacer análisis de inferencia estadística en cuanto a la distribución de los valores de dicha variable en la población.

#### **h. Recolectar los datos:**

Este paso comprende un conjunto de operaciones, tales como:

- Elaborar el instrumento de medición y calcular su validez y confiabilidad.
- Elaborar la codificación de los datos.
- Aplicar el instrumento y efectuar la colecta de datos.
- Crear los archivos que contengan los datos (base de datos).

Medir es el proceso de vincular conceptos abstractos con indicadores empíricos, mediante clasificación y/o cuantificación. Todo instrumento de medición debe reunir los requisitos de validez y confiabilidad. La validez se refiere al grado en que un instrumento de medición mide realmente la variable. Se pueden aportar tres tipos de evidencia para la validez: de contenido, de criterio y de constructo (un constructo es una variable medida en un contexto de esquema teórico o de una teoría). Entre los factores que afectan negativamente la validez están la improvisación, el uso de instrumentos no validados en el contexto de la investigación, la falta de empatía y los problemas en la aplicación del instrumento (que se suelen resolver en la prueba-piloto). Aunque no hay medición perfecta, el error de medición debe reducirse a límites tolerables.

La validez de contenido se obtiene comparando el universo de contenidos posibles con los incorporados al instrumento de medida; la de criterio se obtiene contrastando los resultados de aplicar el instrumento con los de un criterio externo; y la de constructo se determina a partir del análisis

de factores. La validez total se da cuando existe validez de los tres tipos. La confiabilidad se refiere al grado en que la aplicación repetida de un instrumento de medición al mismo sujeto u objeto produce iguales resultados. Se calcula mediante el coeficiente de confiabilidad, el que varía entre 0 (confiabilidad nula) y 1 (confiabilidad total). Para calcular la confiabilidad se usan diferentes métodos (medida de estabilidad, método de formas alternas, etc.). Puede ocurrir que un instrumento sea confiable pero no válido (o sea, consistente en las mediciones que proporciona, pero no mide las variables que realmente se quiere medir). En la investigación social se dispone de diferentes instrumentos de medición, escalas de actitudes, diversos tipos de cuestionarios análisis de contenido, pruebas estandarizadas, entre otros.

Las respuestas recogidas en el instrumento de medición se codifican para facilitar el procesamiento de datos. Cada vez con mayor frecuencia, sobre todo en el caso de los cuestionarios, las respuestas están precodificadas. Hay que codificar los valores y/o atributos no precodificados, elaborar el libro de códigos, grabar y guardar los datos en un archivo permanente.

#### **i. Analizar los resultados:**

Este paso consiste en:

- Seleccionar las pruebas estadísticas y las tablas de resultados a analizar.
- Elaborar el problema de análisis.
- Realizar el análisis.

El análisis se efectúa a partir de la matriz de datos del archivo permanente, seleccionando las pruebas estadísticas y las tablas de resultados, elaborando y ejecutando el programa de análisis adecuado al problema investigado. El tipo de análisis a realizar depende del nivel de medición de las variables, de las hipótesis a contrastar y del interés del

investigador. Los principales tipos de análisis son las estadísticas descriptivas de una variable, la inferencia estadística, las pruebas paramétricas y no paramétricas y los análisis multivariados.

Las estadísticas descriptivas más usuales son distribuciones de frecuencias, medidas de tendencia central, de dispersión, razones y tasas. La inferencia estadística se usa para generalizar resultados muestrales al universo o población, sirve para contrastar hipótesis y estimar los parámetros de la población. El cálculo de la probabilidad de error se establece a partir del nivel de significación y el intervalo de confianza de los indicadores utilizados. Las pruebas paramétricas se usan para contrastar hipótesis correlacionales, causales y de diferencias de grupos. Entre ellas se encuentran el coeficiente de correlación de Pearson, la regresión lineal y los análisis de variancia unidireccional y de covariancia, la t de Student, el análisis de variancia factorial y el contraste de diferencias de proporciones. Las pruebas no paramétricas se usan para contrastar hipótesis de diferencia de grupos y correlacionales. Las más usadas son la Chi cuadrada, los coeficientes de correlación e independencia para tabulaciones cruzadas y el coeficiente de Spermán-Kendall. Los análisis multivariados se usan cuando se trata de hipótesis correlacionales-causales con más de dos variables de diferente nivel de medición. Entre ellas están la regresión múltiple, el análisis lineal "path", el análisis factorial, el multivariado de varianza y correlación canónica y el análisis discriminante.

#### **j. Presentar el reporte de resultados:**

Para elaborar y presentar el reporte de investigación deben seguirse determinadas reglas, según quien sea el destinatario final del trabajo de investigación. Es decir, el informe de investigación debe adaptarse al usuario. El contexto determina el formato, naturaleza, extensión e, incluso, el lenguaje del informe. En un contexto académico, es usual que el reporte de investigación incluya portada, índice, sumario, introducción, marco teórico,

método, resultados, conclusiones, bibliografía y anexos estadísticos u otros. En un contexto no académico, el marco teórico y los detalles técnicos del método suelen trasladarse a los anexos y el resumen hace énfasis en las conclusiones; el lenguaje a emplear debe huir de tecnicismos sin perder rigor ni precisión. La presentación del reporte, además de escrito, puede ser oral en cuyo caso conviene apoyarse en métodos audiovisuales de presentación. En un contexto académico, lo más usual es presentar un reporte que comprende:

- Portada.
- Índice.
- Introducción.
- Marco teórico.
- Método.
- Resultados.
- Conclusiones.
- Bibliografía.
- Apéndices o anexos (estadísticos, gráficos, legislación, etc).

En un contexto no académico, el marco teórico, la bibliografía y los aspectos técnicos del método se traslada a los apéndices, presentando un resumen de la metodología utilizada, expresado en términos divulgativos, no técnicos. Los demás elementos se presentan en el orden señalado haciendo hincapié en los aspectos de aplicación práctica de los resultados cuando corresponda, con un resumen ejecutivo inmediatamente tras el índice. Para la presentación del reporte de investigación se pueden utilizar diversos tipos de apoyos visuales y audiovisuales.

El mejor apoyo audiovisual para las presentaciones de resultados de investigación es el que mejor domine el investigador que los presenta.

Ejemplos: Apellido, I., Apellido, I. y Apellido, I. (1995). Título del Libro. Ciudad: Editorial. Tyrer, P. (1989). Classification of Neurosis. London: Wiley.

## **Monografía**

### **Definición**

Por sus raíces griegas (“mono”, uno, y “graphos”, estudio), se refiere al estudio de un tema específico. En una extensión regular de 30 a 50 cuartillas, aborda un asunto que ha sido investigado con cierta sistematicidad; por lo general, es producto de un trabajo de investigación documental que únicamente da cuenta de la información recabada. Se puede presentar como un trabajo argumentativo, expositivo, explicativo o descriptivo.

### **Función en el medio académico**

Una monografía es la mejor opción para desarrollar la capacidad de buscar información de calidad, saber analizarla y organizarla con el fin de lograr la comprensión de un tema delimitado de forma precisa. Supone un ejercicio mental ya que implica un recuento de conocimientos propios, a partir de los cuales comienza la compilación de información.

### **Estructura**

Las partes de una monografía son las siguientes:

- Portada,
- Dedicatoria o Agradecimientos (Opcionales),
- Índice General,
- Prólogo (si se requiere),
- Introducción,
- Cuerpo del trabajo,
- Conclusiones,

- Apéndices o anexos
- Bibliografía.

### **Definición de las partes**

**Portada:** en ella se enuncian de manera ordenada el título de la monografía, el cual debe “reflejar el objetivo de la investigación, el nombre del autor, el nombre del asesor, la materia, la institución, el lugar y la fecha.

**Dedicatoria o agradecimientos:** si se desea, se puede agregar una hoja que funcione para dedicar el trabajo a alguien especial o para agradecer a una persona o a varias por su colaboración en la realización de la monografía.

**Índice general:** en él se enlistan los subtítulos presentes en el trabajo y se asigna a cada uno la página en la que se encuentra. También se pueden agregar índices específicos de los recursos empleados como tablas, ilustraciones, gráficas, apéndices, etc.

**Prólogo:** en una hoja aparte, la escribe el autor o alguien más. No es indispensable, pero en éste el alumno tiene la posibilidad de presentar los motivos que lo llevaron a elegir el tema, los problemas que tuvo mientras llevaba a cabo la investigación y algunas cuestiones personales relacionadas con su trabajo.

**Introducción:** en una extensión de 2 ó 3 páginas se plantea el tema, la problemática a exponer y su relevancia, el objetivo específico del trabajo y los objetivos particulares (si es que hay). También se pueden mencionar, a manera de síntesis, las secciones del trabajo como una guía para el lector y se pueden destacar algunos autores citados continuamente en el texto. Cabe destacar dentro de este apartado el alcance de la investigación para que se conozcan desde un principio los límites de la monografía. Como último paso dentro de la introducción, es importante describir los métodos utilizados para llevar a cabo la indagación del problema.



**Cuerpo del trabajo:** se organiza en capítulos o secciones que deben llevar un orden preciso. Se pasa de lo general a lo particular de forma progresiva en la exposición de la evaluación y presentación de los datos. Es de gran importancia relacionar lógicamente cada subtema de la monografía con el fin de unificar la investigación. Hay que tener en cuenta que los aspectos fundamentales de cada capítulo son “los hechos, su análisis y su interpretación, presentándolos en forma de texto, cuadros, gráficos, ilustraciones, etc.”

**Conclusiones:** se realiza un recuento de las ideas principales tratadas en el trabajo y se expresan algunas opiniones derivadas de la reflexión y análisis del tema, las cuales pueden ser útiles para demostrar que se lograron los objetivos planteados en el inicio: “Las conclusiones constituyen las respuestas encontradas al problema planteado en la introducción”

**Apéndices o anexos:** no siempre se deben considerar en una monografía, sin embargo, son materiales de apoyo para profundizar en el tema. Los apéndices tienen la función de conceptualizar temas relacionados indirectamente con la investigación central de tal manera que la pueden complementar, mientras que los anexos son tablas, gráficos, cuadros, etc. Que respaldan algunas afirmaciones hechas en el cuerpo del trabajo

**Notas al pie:** se pueden utilizar cuando es necesario añadir algún comentario, definición o dato relevante que no enboda dentro del texto pero que puede servir de apoyo para el lector.

**Bibliografía:** se enlistan todas las fuentes de información empleadas. Es primordial poner la información completa de cada fuente de acuerdo al estilo que se esté utilizando (APA, MLA, etc.). Se recomienda organizarlas alfabéticamente.

Cabe destacar que en algunos casos se pide una hoja de aprobación de la monografía y un abstract o resumen al inicio del trabajo.

Pasos para la elaboración de una monografía:

- a. Selección y delimitación del tema.
- b. Elaboración de una estructura tentativa del trabajo.
- c. Búsqueda y recolección de información.
- d. Depuración de información de acuerdo a la estructura tentativa.
- e. Reorganización de la estructura si se adquirió un nuevo enfoque en el paso anterior.
- f. Elaboración de un borrador parcial o total.
- g. Corrección de la monografía de acuerdo a las partes que debe llevar.
- h. Revisión del trabajo poniendo especial atención en las citas bibliográficas.
- i. Edición de la revisión preliminar para presentación al asesor.
- j. Elaboración de la versión final.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARADO, Carlos (1990) Tomado, con añadidos, de la definición de conocimiento del *Diccionario de la Real Academia Española*. Edit Montecillo Pág. 1259
- CARRASCO Díaz, Sergio (2010). *Metodología de la Investigación Científica*. UNMSM. Perú 2da.Edic. Edit. San Marcos, Lima. pág. 134
- BACHELARD, G. (1978). *La filosofía del no*. Buenos Aires. Editorial Trillas. República Dominicana Pag 170
- 4. CARL, Hempel (1966). *Filosofía de la ciencia natural*, Prentice -Hall Cit por Pablo Gimeno Perelló, op.cit. Pag 260
- COMTE, Auguste (1990) *Filosofía.: Antropología, Psicología Y Sociología*. Montpellier, Francia, Paris Editorial Trillas. República Dominicana. Pág. 145
- CARNAP Rudolf (1955): *clasificación de la ciencia* Alemania, pag. 238
- BUNGE Mario, (2000). *La ciencia, su método y su filosofía* Editorial McGraw Hill México, Pag 360
- ILYA Prigogine e Isabelle Stengers.(2011). *La nueva alianza: metamorfosis de la ciencia*. Buenos Aires. Pag. 360
- ILYA Prigogine, (2011). *El nacimiento del tiempo*. Buenos Aires, Fábula Tusquets editores. ISBN 978-987-670-087-0.
- ANAGRAMA Leonardo, (2008). *Construcción de la ciencia*. Barcelona. Pág. 240
- LINNEO y Diderot, (2009) *Enciclopedia fenómeno de la generalidad* Paris. Pág. 320
- PAUL K. Feyerabend. (1994) *Enciclopedia Oxford de Filosofía* Viena – Zurich. Pág. 166
- PLATÓN, Leyes, (1,999) *leyes del universo* 892b2; República, 530a8 y ss.; 530b7 ss.
- Citados en Enciclopedia Oxford de Filosofía p.167

- ARISTÓTELES: *Metafísica*, (1,999) 982,b.11-32; 983b y ss.; 992a 25 y ss.; Γ, 1003b; Anal. post. A, 2
- FRITJOF Capra. (2008) *La ciencia de Leonardo*. Barcelona. Pág. 259
- DESCARTES Rene, (1687), *Principia philosophiae Discurso del método y Meditaciones metafísicas* América. Pág. 280
- NEWTON Isac, (1687). *Principia Mathematica philosophiae naturalis*, Londres. Pag. 62
- LUDOVICO, Geymonat (1991), *Historia de la ciencia*. La edición en español editorial Ariel, Barcelona. Pág. 380
- BACON, Francis, (1976). *El inductivismo: la ciencia como conocimiento derivado de los hechos de la experiencia* Barcelona 5ª edición. Siglo Veintiuno. Pág. 260.
- KARL Popper (1928) *La lógica de la investigación científica* Edit Viena. Pág.320
- FEYERABEND Paul, (1975) *contra el método* publicado en Francia. Pág. 270
- JEAN-François Lyotard, (1979) *La condición postmoderna* Barcelona. Pág. 94
- IMRE Lakatos. (1990) *La metodología de los programas de investigación científica*. Londres. Pag. 200
- PLATÓN. Teeteto (1960). *La ciencia de la naturaleza* Trad. Juan B. Bergua. Madrid. Ediciones Ibéricas. Pág. 122 y 223
- DAVID Hume,(1779) *Investigación sobre el entendimiento humano* Francia. Pág.720
- S. KUHN Thomas. (1996) *Teoría moderna de la evolución de la ciencia*. EEUU. Pág 180
- ECHEVARRÍA, J. (1995) *Filosofía de la ciencia* Barcelona. Pág 163
- ALBA Carosio, (1986) Venezuela. *La noción de verdad en la lógica de Bolzano*. Universidad del Zulia, Maracaibo.
- KARL Popper (1928) *La investigación científica* Viena. Pág.190
- ESCOBAR, Gustavo. (1999) *El Razonamiento. En: Lógica Nociones y Aplicaciones*. 1 ed. México D.F.: McGraw-Hill. p. 152-153.

- DICCIONARIO *MANUAL de la Lengua Española* (2007) *La Ciencia Vox*. © Larousse.Editorial, S.L.
- TRUETA I Raspall, y otros (1998) *Historia de la Ciencia*. I. Barcelona ED. Planeta. ISBN 84-320-0841-9. Pág. 350
- PADILLA Gálvez Jesús, (1996) "*Referencia y teoría de los mundos posibles*" España en la Universidad de Castilla-La Mancha. Pág. 229
- LUDOVICO Geymonat. (1998) *Filosofía y filosofía de la ciencia*. Edición en español editorial Ariel, Barcelona. Pág. 690
- EINSTEIN Albert (1911) *Formula el principio de equivalencia entre un movimiento acelerado y un campo gravitacional*. EEUU. Pág 860
- J. FERRATER Mora, Ariel, (1994), *Método en Diccionario de Filosofía* Barcelona, ISBN 84-344-0500-8, pág. 2402
- GEORGE Pólya (1954), *Matemáticas y Razonamiento Plausible Volumen I: Inducción y Analogía en Matemáticas* Buenos Aires Paris. Pág. 400
- ANDRADE, Xavi. (2005). *Julio Verne, padre de la literatura científica y de ciencia ficción. Especiales El Multicine*. EEUU.
- NORWOOD Russell Hanson *Filosofía de la Ciencia: La observación y la interpretación*, la Voz de América emisión a partir de 1964 (registrado 1963, Grupo Record 306: Registros de la Agencia de información de Estados Unidos, 1900 - 1992 (citado en <http://research.archives.gov/search> recuperado por la búsqueda de la "*filosofía ciencia interpretación de observación*")
- JOSEPH Gal, (2011): Louis Pasteur, *idioma y Molecular I. Antecedentes y Disimetría, Quiralidad* 23-1-16
- NASSIM Nicholas Taleb, (2007) *Engañado por la aleatoriedad* Nueva York. Pág. 380
- 42.KEVIN Dunbar, (2001) *pensamiento complejo y razonamiento científico* Universidad de Dartmouth miembro del programa de neurociencia en la Universidad de Toronto. Pág. 706
- PÓLYA George, (1957) *El matemático, en la sección de 'Heurística moderna*. Pág. 310

- POINCARÉ Henri, (1904) *Esfera tridimensional* Francia. Pág 186
- EUGENE Wigner (1950) *La irrazonable efectividad de las matemáticas en las Ciencias Exactas y Naturales* Universidad de Columbia en Nueva York. Pág. 208
- PAPPUS de Alejandría (1953) *Teorema de hexágono* Alejandria. Pág 450
- GAUSS (1867) *Teoría del potencial y la física*. Alemania. Pág 328
- TAMAYO, Mario (2000) *El proceso de la investigación científica* Barcelona 3° edición. Noriega editores. Pag 300
- HURTADO, I. y Toro, G. (2001) *Paradigmas y Métodos de Investigación en Tiempos de Cambio* Valencia-Venezuela 4ta ed; Episteme; pag. 150
- DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA (2001), *Metodología de la investigación*, Real Academia Española, 22ª edición, pag. 400
- DICCIONARIO DE FILOSOFÍA J. Ferrater Mora, Ariel, (1994) Barcelona, *Heurística*, ISBN 84-344-0500-8, p. 2402
- HORST Müller, (1995) *Heurística filosófica. Problemas Sociales de la Ciencia y la Tecnología*. La Habana, Editorial “Félix Varela”. Pág. 2506
- OXFORD ENGLISH DICTIONARY – (2000) *Método científico* EEUU 20° edc. Pag.300
- JAMES B. Conant (1962) *La estructura de las revoluciones científicas*, su ensayo más importante, Universidad de Harvard EEUU. Pág 240
- DEL RÍO, F. (1990). *El Arte de investigar*, Colección CBI, UAM. Pág 220
- RUIZ Ramón (2007). *El Método Científico y sus Etapas*, México. Pag 460
- BACON Francis (1984) *Método científico*. Londres – Boston. Pág 860
- SANDERS Charles Peirce (1968) *investigación científica sobre su utilidad*. Pág 530
- HERNANDEZ Sampieri. (2010). *Metodología de la Investigación*. México 5ta. Edic. McGraw-Hill. Pag.60.