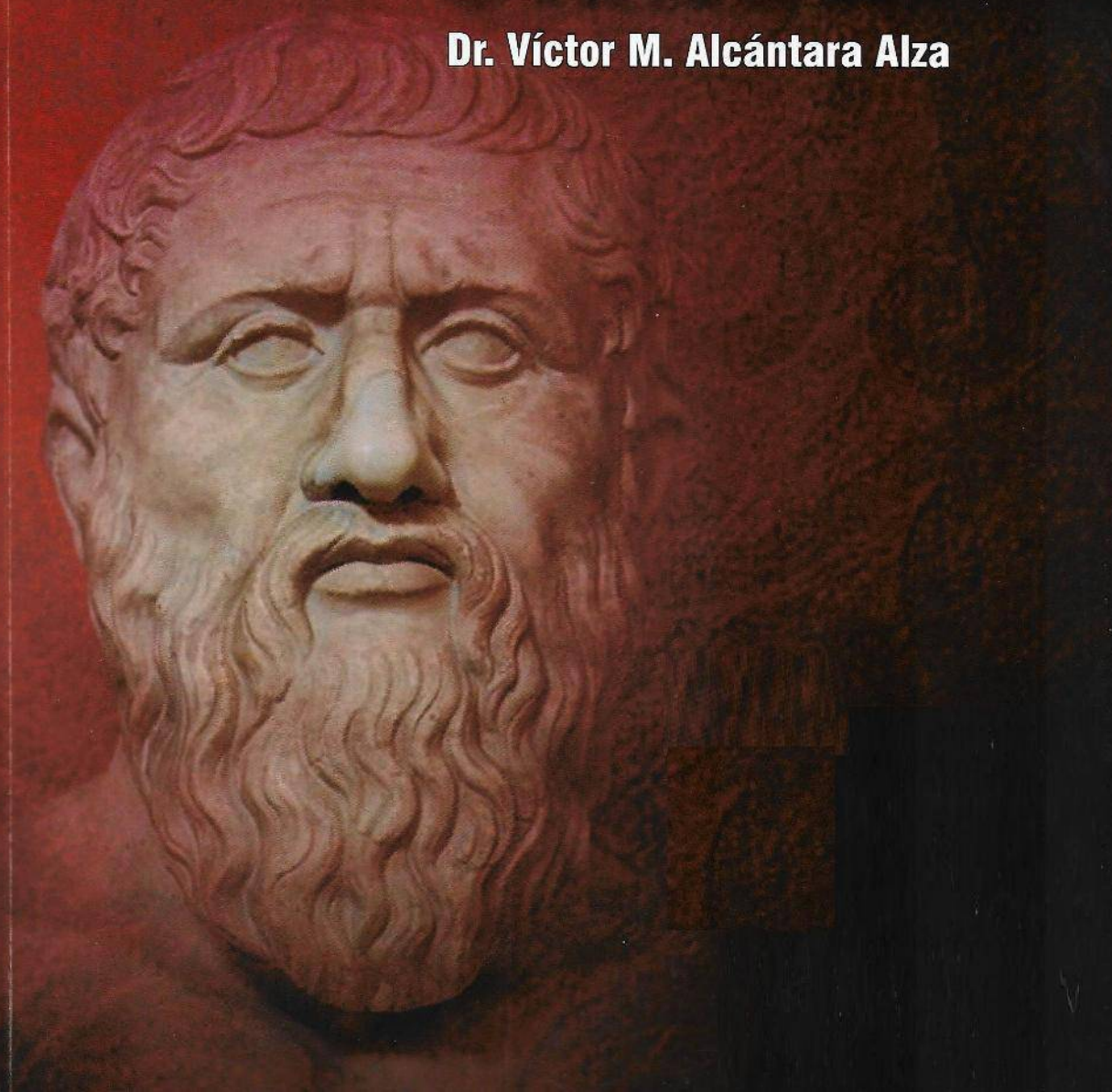
Una breve descripción de los aspectos más relevantes respecto a los problemas filosóficos y metodológico que trae consigo la labor científica de nuestro tiempo

Introducción a la FILOSOFÍA DE LA CIENCIA

Dr. Víctor M. Alcántara Alza



Dr. ING. VICTOR ALCANTARA ALZA

Ingeniero Mecánico
Universidad Nacional de Ingeniería - Lima

GRADOS ACADÉMICOS

- Doctor en Ciencia de los Materiales.
- Master en Materiales y Procesos.
- Diplomado en Ciencias de manufactura y automatización (Universidad Politécnica de Cartagena España)
- Diplomado en Epistemología y Filosofía de la Ciencia.

ACTIVIDAD:

- Profesor Principal del Departamento de Mecánica y Energía - Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Trujillo - Perú.
- Profesor de los programas de Maestría y Doctorado de la Escuela de Pos-Grado de la Universidad Nacional de Trujillo.
- Profesor investigador en temas de investigación científica, tecnológica y filosófica. Cuenta con multiples artículos de investigación en ciencia y filosofía, publicados en revistas y memorias de congresos: nacionales e internacionales.

Una breve descripción de los aspectos más relevantes respecto a los problemas filosóficos y metodológico que trae consigo la labor científica de nuestro tiempo

Introducción a la FILOSOFÍA DE LA CIENCIA

Dr. Víctor M. Alcántara Alza

Introducción a la Filosofía de la Ciencia
© Dr. Víctor M. Alcántara Alza

2da. Edición, Junio del 2017
Tiraje: 100 Ejemplares

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca
Nacional del Perú N° 2017-07079
ISBN: 978-612-323-001-2

se terminó de imprimir
en Julio del 2017 en:

CORONADO HESSE PEDRO DANIEL
Jr. Bolívar N° 871 - Int. 4
Trujillo - Perú
RUC: 10081019164

Printed in Peru

Dedicatoria

A la memoria de mis padres: Manuel Alcántara y Lidia Alza, por su vida ejemplar y de superación.

A Jeanette, mi esposa; y a mis hijas: Vanessa, Denisse y Fernanda, por su amor, comprensión y aliento constante en la elaboración de esta obra.

INDICE

Introducción 9
Agradecimientos 13

CAPÍTULO 1 EL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO
Noción de ciencia 15
La ciencia como conocimiento objetivo 18
La actitud científica 20
Funciones de la ciencia 23
Clasificación de las ciencias 25
Ciencia y Tecnología 30

CAPÍTULO 2 TEORÍA DEL CONOCIMIENTO
El fenómeno del conocimiento 36
La formación del conocimiento 38
Formas de conocimiento 39
Conocimiento empírico.científico y filosófico 39
Los problemas filosóficos del conocimiento humano;
Doctrinas diversas: Dogmatismo, escepticismo, apriorismo,
Realismo, idealismo etc. 48
El problema de la verdad 58

CAPÍTULO 3 EL MÉTODO CIENTÍFICO
Definición del método científico 69
Método y Metodología 71
Características del Método científico 73
Reglas del método científico 75
Clasificación y tipologías del Método científico 77

CAPÍTULO 4 LOS PROBLEMAS CIENTÍFICOS
Que es un problema científico? 85
Los problemas: fuente de la ciencia 87
Lógica de los problemas científicos 89
Problemas de investigación aplicada 92

CÁPITULO 5 LA HIPÓTESIS CIENTÍFICA.
Que es una hipótesis científica? 95
Funciones de las hipótesis científicas 96
Formulación de hipótesis científicas 96
Tipos de hipótesis científicas 100
Comprobación de hipótesis 101

Utilidad de las hipótesis científicas 104

CÁPITULO 6 LAS LEYES CIENTÍFICAS
Noción de ley científica 107
Distinción entre leyes y enunciado de leyes 108
Características de las leyes 108
Clases de leyes científicas 109

CÁPITULO 7 LAS TEORÍAS CIENTÍFICAS
¿Qué es una teoría científica? 113
Tipos y clases de teorías 114
Diferencias entre ley y teoría 115
Caracterización de teorías 116
Requisitos formales de las teorías científicas 118
Aspectos sintáctico y semántico de una teoría 119
Aspectos epistemológicos de una teoría 121
Construcción de teorías 123
Teorías científicas y modelos 124

CÁPITULO 8 DESARROLLO HISTÓRICO DEL MÉTODO CIENTÍFICO
Nacimiento del método en la ciencia 130
Los antiguos griegos: influencia de Aristóteles 131
La ciencia en la etapa medioeval 134
Las revoluciones científicas de la edad moderna 137
La revolución Copernicana 138
El método experimental: Galileo y Newton 140
El periodo moderno de la ciencia 140
Un panorama de la edad contemporánea 144
La etapa Post-Moderna 149

CÁPITULO 9 LA EXPLICACIÓN EN LA CIENCIA
Que es la explicación científica? 151
Modelo Nomológico-Deductivo de explicación 152
Características de toda explicación científica 154
Explicaciones no-científicas 155
Funciones y alcances de la explicación..... 156
Doctrinas filosóficas sobre la explicación 159
La explicación en las Ciencias Sociales..... 165

CÁPITULO 10 CAUSALIDAD Y EXPLICACIÓN
¿Que es la causalidad? 171
Interpretaciones de la causalidad 172
El problema de la causalidad en Hume 174
Objeciones al principio de causalidad 173

El Concepto de causalidad bajo el enfoque de la ciencia actual 176
Explicción y Causalidad 184

CAPÍTULO 11 EL PROBLEMA DE LA INDUCCIÓN
Definiciones previas respecto a la inducción 187
Tipos de inducción 189
Planteamiento de Hume 190
¿Es posible justificar la inducción? 192
Diversas propuestas al problema de la inducción 195
Las respuestas de: Russel- Hempel- Popper 195

CAPÍTULO 12 DETERMINISMO E INDETERMINISMO EN LA CIENCIA
El Determinismo: antecedentes históricos 206
Tipos de Determinismo 209
Einstein y el Determinismo 211
Concepto de Indeterminismo 213
El principio de Incertidumbre de Heinserberg 219
Argumentos a favor del Indeterminismo 222
El determinismo y el estudio del hombre 225

CAPÍTULO 13 EPISTEMOLOGÍA Y FILOSOFÍA DE LA CIENCIA
¿Qué es la filosofía de la ciencia? 233
Notas históricas de la Filosofía de la Ciencia 234
Epistemología, Gnoseología y filosofía de la Ciencia 237
Supuestos de las principales escuelas filosóficas 239

CAPÍTULO 14 PRINCIPALESCORRIENTES EPISTEMOLÓGICAS DEL SIGLO XX
El método hipotético-eductivo de K.Popper 248
Las revoluciones científicas de T. Kuhn 250
La filosofía de la ciencia de I. Lakatos 252
La filosofía de la ciencia de L. Laudan 252

CAPÍTULO 15 EL POSITIVISMO DEL SIGLO XIX
Características de la doctrina Positiva 256
Corrientes positivistas del siglo XIX:
Agusto Comte y la ley de los tres estados 260
Ernst Mach y el Empiriocriticismo 262
Henri Poincare y el convencionalismo en la ciencia 264

CAPÍTULO 16 EL POSITIVISMO LÓGICO DEL SIGLO XX
Introducción y conceptos fundamentales 267
Principios y objetivos del positivismo lógico 270
Historia y representantes del Círculo de Viena 273
Bertrand Russell y la filosofía analítica 276
Rudolf Carnap: filosofía y pensamiento 279

CAPÍTULO 17 EL FALSACIONISMO DE K. POPPER
EL falsacionismo: antecedentes 285
El problema de la demarcación en la ciencia 288
La falsabilidad como critrio de demarcación 291
Sobre el método hipotético-deductivo 294
Realismo e Instrumentalismo en Popper 295

CAPÍTULO 18 LAS REVOLUCIONES CIENTÍFICAS DE T. KUHN
Introducción: estructura de las revoluciones científicas 297
Los paradigmas dentro de la ciencia 300
La ciencia normal y las crisis 302
Las revoluciones científicas 305
Progreso a través de la revolución: ejemplos
Históricos: la revolución copernicana 306

CAPÍTULO 19 LOS PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN DE IMRE LAKATOS.
Introducción: filosofía y pensamiento de I. Lakatos 313
Crítica al Falsacionismo de Popper 315
Crítica a los paradigmas de Kuhn 316
Estructura de los Programas de Investigación 317
Elección entre teorías distintas 319
Importanncia de la historia de la ciencia 319

CAPÍTULO 20 LAS TRADICIONES DE INVESTIGACIÓN DE L. LAUDAN
Introducción: filosofía y pensamiento de L. Laudan 321
Las tradiciones de investigación 322

CAPÍTULO 21 EL ANARQUISMO EPISTEMOLÓGICO DE PAUL FAYERABEN
Introducción: el anarquismo metodológico 325
Sobre el método científico: pluralismo metodológico 327
La oposición a la razón como fuente del progreso 331
La inconmensurabilidad de las teorías científicas 333
La crítica del criterio de demarcación 335

CAPÍTULO 22 CONCEPCIONES REALISTA Y ANTIRREALISTA DE LA CIENCIA
El realismo científico: principios y modalidades 337
Concepciones antirrealistas de la ciencia: el instrumentalismo 345
El Empirismo Constructivo de B.V. Fraassen 349

INTRODUCCION

El problema del conocimiento humano ha sido uno de los intereses fundamentales de la filosofía. Preguntas como: ¿cuáles son las distintas formas de conocimiento?, ¿cuál es su naturaleza y su validez? ha generado múltiples respuestas y controversias en los filósofos de todos los tiempos. Obviamente dentro de las distintas formas del conocimiento siempre consideraron la ciencia. En la Antigüedad la ciencia era una de las formas de conocimiento entre otras varias; pero ha sido la modernidad la que ha destacado la ciencia como la principal forma de conocimiento. El éxito de la ciencia no sólo radica en el conocimiento del mundo sino también en la vida práctica de los seres humanos, a través de la tecnología, que le ha dado cada vez un mayor impulso.

Pero fue a partir del positivismo del siglo XIX cuando la ciencia se convirtió en el principal objeto de reflexión filosófica. August Comte quiere reflexionar filosóficamente desde la ciencia. Se desecha cualquier otra forma de conocimiento que no sea el científico. Comte considera que la religión y la metafísica son etapas superadas en la evolución de la razón humana, y que sólo con la ciencia adviene la razón a su plena madurez. El mismo Karl Marx se mueve en el ámbito de la más alta consideración de la ciencia. De ahí en adelante la filosofía de la ciencia ha crecido cada vez más en amplitud y profundidad. Hasta no hace mucho los filósofos hablaban de teoría del conocimiento, hoy hablan de filosofía de la ciencia.

Pero, por supuesto, hay varias formas en que la filosofía puede ocuparse de la ciencia. La primera de ellas es aprovechando los resultados más abarcadores de los descubrimientos científicos. Kant y Hume hacen su reflexión filosófica a partir de la física newtoniana. Spencer y Comte a partir del descubrimiento de la teoría de la evolución de las especies vivientes. Russell y Whitehead a partir de la teoría de la relatividad. En esta perspectiva se aprovecha el contenido de la ciencia y sus resultados.

Una segunda forma consiste en analizar los principios, presupuestos y métodos científicos desde el punto de vista de su alcance, su verdad y su validez. Se hacen preguntas como las siguientes: ¿cuáles son los principios sobre los que descansa el conocimiento científico? La filosofía de la ciencia piensa que las ciencias ponen en práctica algunos principios sin que se detenga a analizarlos; y por tanto, sería función de la filosofía el esclarecimiento de los principios. Otra pregunta que se hace la filosofía de la ciencia es acerca de la naturaleza de la metodología científica, por ejemplo, ¿es la inducción el principal método científico? ¿O es la deducción? ¿O más bien una combinación de ambos? ¿O no hay un método científico sino distintos métodos científicos según las distintas disciplinas científicas? ¿Cuál es la base de la validez de dichos métodos científicos? David Hume, por ejemplo, puso en aprietos los fundamentos del método inductivo, sin que hasta el presente se haya logrado dar una respuesta completamente satisfactoria a sus requisiciones. Debido a ello Karl Popper piensa que el método inductivo no es el método científico, sino más bien el hipotético-deductivo. Lanzamos hipótesis para explicar los hechos, y tratamos de refutarlas para saber si resisten la crítica o no.

Una tercera forma de filosofía de la ciencia es el analizar la estructura conceptual de la ciencia. Aquí se hacen preguntas tales cómo, ¿Qué es un concepto científico? ¿Qué es un

concepto teórico y qué es un concepto observacional? ¿Qué es una ley científica? ¿Cuál es la naturaleza de las leyes científicas? ¿Qué es una teoría científica, cuál es su estructura? etc.

Debemos notar que la gran ventaja de la filosofía es precisamente su potencia para el análisis conceptual debido a las herramientas lógicas y epistemológicas con que cuenta. El científico hace ciencia, pone en práctica sus métodos y estrategias; pero no siempre es plenamente consciente del alcance conceptual de dichos métodos.

Una cuarta forma de filosofía de la ciencia trata de mirar la ciencia en sus relaciones externas. No sólo la ciencia en sí misma, sus principios, sus métodos, sus conceptos, sino más bien sus relaciones con la sociedad, con la política, con otras formas del saber según éste se articula en cada época de la historia humana.

La ciencia sigue siendo la mejor forma de conocimiento de que dispone el ser humano, por lo menos la más exitosa. Pero el hombre no es sólo razón, debemos saber valorar la totalidad de las dimensiones en que el ser humano se desenvuelve como ser histórico social. Es importante el conocimiento interno de la ciencia, sus principios, sus métodos, su estructura conceptual. Pero también es importante su relación con los valores, con la ética, con el arte, es decir, con la totalidad de la sociedad. Por eso decía Philip Frank que la filosofía de la ciencia es el puente entre la ciencia y las humanidades.

En definitiva, podemos considerar a la Filosofía de la Ciencia, como la disciplina que se ocupa de la investigación sobre la naturaleza general de la práctica científica que tiene como objetivos: saber cómo se desarrollan, evalúan y cambian las teorías científicas, y si la ciencia es capaz de revelar la verdad de las entidades ocultas y los procesos de la naturaleza. Pero estas definiciones no agotan todo el amplio dominio de esta disciplina; pues, contemplada desde una perspectiva filosófica, la ciencia sugiere un número considerable de interrogantes que no interesan primariamente al científico, porque no son preguntas propias de la ciencia real, a saber, tales como: la definición y clasificación de los conceptos científicos; el problema de los términos teóricos de la ciencia; la naturaleza de las leyes científicas; la estructura lógica, evolución y cambio de las teorías científicas; la contrastación empírica de las hipótesis y teorías; etc. Estas cuestiones, y muchas más, que son las que interesan al filósofo o teórico de la ciencia, constituyen las preguntas de carácter metodológico, lógico, epistemológico y semántico que agotan el objeto de la filosofía de la ciencia, que se constituye así como una disciplina *metacientífica*: mientras la ciencia investiga el mundo, la teoría de la ciencia estudia la ciencia misma. Su objeto es tan antiguo y se halla tan extendido como la propia ciencia. Algunos científicos han mostrado mucho interés por la filosofía de la ciencia y pocos de ellos han hecho importantes contribuciones, como es el caso de Galileo, Newton, Einstein. Sin embargo, la mayor cantidad de científicos prefieren -hacer ciencia- sin tener en cuenta -cómo se hace la ciencia- dejando el tema exclusivamente para los filósofos de la ciencia.

El presente volumen recoge muchas de las inquietudes arriba expuestas y trata de exponer en forma crítica e imparcial las diversas posturas y doctrinas que han tratado de dar respuesta a las interrogantes filosóficas que surgen de la propia labor científica. Para lograr este objetivo, como propedéutica, en los primeros capítulos se presentan los temas relacionados a la teoría del conocimiento, los objetivos y funciones de la ciencia, sus aspectos metodológicos, y los

fundamentos de Epistemología, para luego ingresar al estudio de las corrientes filosóficas, de la ciencia de nuestro tiempo y su impacto en la vida moderna.

Se debe tener en cuenta que la lectura del texto está destinado a un público con sencilla formación filosófica, por lo que algunos temas se pueden omitir en aquellos lectores que posean conocimientos avanzados de filosofía general.

Trujillo, Julio de 2017

El Autor

AGRADECIMIENTOS

Debo expresar mi más profundo agradecimiento a todos los miembros de la Escuela de Post-Grado de la Universidad de Trujillo, a quien debo mi formación como Doctor en Ciencias. En especial a los profesores encargados del dictado del curso.IFilosofía de la Ciencial de quienes he recogido valiosos aportes de sus cátedras impartidas; en especial a los Doctores: Pablo Aguilar Marín. y Víctor Baltodano Azabache.

Expreso mi más sincero agradecimiento al Dr. Teódulo Santos Cruz, Ex- Director de la Escuela de Post Grado de la UNT, por brindarme, durante su gestión, la oportunidad de dictar el curso -Filosofía de la Ciencia- en los programas doctorales de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Nacional de Trujillo (UNT).

Mi agradecimiento al Dr. Julio Arellano Barragan, Ex- Gerente de Investigación y Desarrollo de la UNT por su aliento y apoyo, durante su gestión, para la elaboración de la primera edición del presente trabajo.
Así mismo, merecen mi profundo reconocimiento el Señor Rector de la Universidad Nacional de Trujillo: Dr Orlando Gonzales Nieves y su equipo técnico de la Editorial Universitaria, por su valioso apoyo al promover la publicación de esta modesta obra.

Mi agradecimiento a todos mis colegas de la Facultad de Ingeniería, en especial al Dr. Javier Bacilio Quiroz por sus valiosos aportes en el campo de La Dialectica Científica.
Así mismo mucho agradeceré, a todos los colegas que practican esta disciplina, me hagan llegar sus observaciones y comentarios respecto al contenido y/o errores que se encuentren en el presente documento.

Reitero mi agradecimiento a mi familia, a todos mis colegas y amistades que me insistieron en sacar a luz el presente trabajo.

CAPÍTULO Nº 1

El Conocimiento Científico

1.1 Noción de Ciencia

Definir la ciencia no es tarea fácil, pues la interrogante: ¿Qué es la ciencia? Está íntimamente ligada a esta otra: ¿Qué es el método Científico? cuestiones que han dado lugar a arduas y largas discusiones entre científicos , filósofos y Epistemólogos de todos los tiempos.

El avance de la ciencia ha traído consigo la reformulación de su propio concepto y, por lo tanto, éste no ha sido el mismo a lo largo de toda su historia. La ciencia ha sufrido mutaciones diversas en respuesta a su propio devenir. Hoy no se considera que haya existido siempre el mismo concepto de ciencia, sino que lo que se entiende por ciencia ha variado constantemente; por ejemplo, de la Antigüedad a la Edad Media, luego en el Renacimiento y en la Época Moderna adquiere una nueva definición. Aristóteles, por ejemplo, definió la ciencia como un conocimiento cierto por las causas. Para él la ciencia desde el punto de vista subjetivo, es un hábito intelectual especulativo y desde el punto de vista objetivo es un conjunto de conocimientos. Esta definición dista mucho de lo que actualmente entendemos por ciencia; pues, toda ciencia es un saber racional y objetivo sometido a contrastación. Los griegos no incluyeron la experimentación como parte esencial de la ciencia. No es hasta la Edad Moderna, con algunas poquísimas excepciones antiguas, como Arquímedes en Alejandría, que la experimentación se convierte en parte esencial del método científico. Ni Aristóteles, ni la Edad Media, dan importancia a las matemáticas en la constitución de las ciencias. El pitagorismo, recogido luego por Platón, sí dio importancia a la matemática; pero ello no tuvo consecuencias inmediatas en la Antigüedad. La física que se impuso fue la de Aristóteles y fue ajena a la matemática. En cambio, la Edad Moderna une la matemática y el experimento como los dos ejes que configuran la ciencia. Hoy proliferan los estudios histórico-filosóficos acerca de segmentos determinados del desarrollo de la ciencia; estos estudios han revolucionado completamente la idea que se tiene de la ciencia. Hasta no hace mucho todo el mundo pensaba que la ciencia es un saber acumulativo, que progresaba sobre las conquistas ya adquiridas. Pero después de T. Kuhn ya no son tantos los que piensan que la ciencia es acumulativa; más bien, muchos piensan que alguna revolución científica interrumpe discontinuamente el desarrollo de una determinada línea de pensamiento científico y se inaugura otra nueva, y que las nuevas concepciones no siempre, ni en la mayoría de los casos, conservan los principios, métodos y conceptos de la época anterior. En todo caso uno de los temas preferidos en la investigación histórico-filosófica de la ciencia es el modo de cambio de las teorías científicas. El progreso del conocimiento era hasta hace muy poco un dogma

indiscutido en la historia de la ciencia. Hoy ya no sucede lo mismo. Algunos ven en la ciencia más su función práctica que su alcance como medio de conocer la naturaleza de las cosas.[1] Pero, no nos detengamos en explicar las diversas mutaciones que ha sufrido el vocablo ciencia, pues es tema de historiadores; mas bien, debemos exponer los diferentes significados que el mundo moderno le ha asignado a toda actividad intelectual que aspira a llevar el nombre de -Ciencia.

La palabra -Ciencia, como actualmente se le usa, tiene por lo menos cuatro diferentes significados:

1°) Denota un esfuerzo intelectual que tiene como objetivo la comprensión racional del mundo social y natural.
2°) Denota un cuerpo de conocimientos sustantivos actualmente aceptados.
3°) Denota la comunidad de los científicos con sus buenas costumbres y su estructura social y económica.
4°) Denota ciencia aplicada y tecnología.

Bajo este amplio contexto nos centraremos en los dos primeros aspectos y presentamos una primera tentativa de definición propuesta por J. Bricmont:

"la ciencia es una cosmovisión que da primacía a la razón y a la observación y una metodología que tiene como objetivo adquirir un conocimiento preciso del mundo natural y social". Esta metodología se caracteriza, sobre todo, por el espíritu crítico, es decir, el compromiso de la verificación incesante de aseveraciones a través de observaciones y/o experimentos y descartar aquellos enunciados que fallan a dichas pruebas (Bricmont 2005)

La primera conclusión que sacamos de esta definición es: Toda actividad científica es **"racional"** (pensamiento lógico y coherente); se basa en la **"observación de la realidad"** (realidad objetiva), **"es metódica"** (sujeta a reglas) y los conocimientos adquiridos deben ser -objetivos y confiables (verificables).

1.2. Definición metodológica de la ciencia

Al conjunto de reglas generales que caracteriza a toda actividad intelectual que aspira a convertirse en ciencia se le conoce como -Método científico. Y cuáles son esas reglas generales ? Según M. Bunge: Los estadios principales del camino de la investigación Científica, esto es, los pasos principales de la aplicación del método científico son:

R1.- Formular el problema de investigación con precisión y al inicio. (Planteamiento del problema)
R2.- Proponer conjeturas bien definidas que respondan al problema y fundadas de algún modo, y no suposiciones que no comprometan en concreto, ni tampoco ocurrencias sin fundamento visible (Formulación de Hipótesis)
R3.- Someter las hipótesis a contrastación dura, no laxa.
R4.- No declarar verdadera una hipótesis satisfactoriamente confirmada; considerarla, en el mejor de los casos, como parcialmente verdadera.

---

[1] **Para mayores detalles sobre la evolución del concepto de ciencia, revisar: ROJAS OSORIO CARLOS, *Invitacion a la filosofía de la ciencia* , Humacao 2001**

R5.- Preguntarse por qué la respuesta es como es, y no de otra manera. No limitarse a hallar generalizaciones que se adecuen a los datos, sino intentar explicarlas a base de leyes más fuertes.

Entendido el significado de lo que es el método científico, Bunge proporciona una definición más rigurosa de la ciencia; una definición metodológica:

Definición: ***"Una ciencia es una disciplina que utiliza el método científico con la finalidad de hallar estructuras generales (Leyes).*** **(M. Bunge 1997)**

El mismo autor sostiene: Toda ciencia en particular tiene su propio objeto de estudio, sus propias técnicas de investigación, pero que lo que todas tienen en común es: para adquirir conocimientos, lo hacen a través de las cinco reglas arriba mencionadas; en otros términos, la unidad de la ciencia radica en la aplicación del Método Científico, siendo éste su distintivo común y por lo tanto, objeto de su propia definición.

Cabe resaltar, que en las dos definiciones antes expuestas, está presente el -espíritu críticol en la que se funda toda ciencia y que tiene que ver con el *falabilismo;* es decir, la comprensión de que todo nuestro conocimiento empírico es tentativo, incompleto, abierto a la revisión, a la luz de nuevas evidencias o a nuevos argumentos convincentes (aunque, por supuesto, la mayoría de los aspectos del conocimiento científico que están bien establecidos son improbables que se descarten enteramente)

Así pues, el saber científico no aspira a conocer las cosas superficialmente, sino, pretende entender sus causas porque de esa manera se comprenden mejor sus efectos y se distingue del conocimiento espontáneo por su orden metódico, su sistematicidad y su carácter mediato. Mas, para conocer las cosas a fondo necesitamos utilizar la razón, observar más detenidamente, y esto requiere un gran tiempo de dedicación, un trabajo constante, ordenado, metódico. Estas características son las que distinguen al conocimiento científico del conocimiento común u ordinario.

Dejando de lado la definición de ciencia y sus implicancias viene la pregunta: ¿Cómo logra su cometido la ciencia? Por ahora, podemos decir: Se tiene que observar, describir y explicar; investigar lo que las cosas son, cómo actúan, cómo se relacionan, cuándo, cómo, dónde y por qué. Para lograr este fin, se necesita establecer leyes, o conjuntos de leyes (teorías) que estén basadas en conceptos generales, en las características en común de las cosas y en las regularidades de los fenómenos observados. La ciencia es un conjunto de conceptos y propiedades que convergen en un objeto y que contiene datos, explicaciones, principios generales y demostraciones acerca de éstos.

1.3. La ciencia como conocimiento objetivo

Si por conocimiento objetivo entendemos: el resultado de una actividad intelectual racional que aprehende la realidad del mundo tal y cómo es, sin intervención del sujeto cognosente. Podemos decir entonces, que la Ciencia es un conjunto de conocimientos obtenidos a través de un proceso de adquisición, refinado y organizado del conocimiento objetivo.

En términos filosóficos: La objetividad del conocimiento, es un problema que visto a fondo corresponde a la Teoría del conocimiento o -Gnoseología||, pero con la finalidad de caracterizar el conocimiento científico podemos abordarlo de la siguiente manera:
¿Qué queremos decir cuando afirmamos que una proposición o enunciado es un conocimiento objetivo? ¿Qué queremos decir cuando negamos esto?
A.Salazar Bondy en 1968 expresaba que la palabra objetividad contaba con tres elementos para entender su significado: 1°) Objetivo es correspondencia con el objeto, adecuado a lo que las cosas son como tales.2°) Objetivo significa también invariable, no modificable por la acción personal del sujeto, y además comunicable y aceptable por varios sujetos y, en principio, por todos los sujetos humanos. 3°) Objetivo significa también lo exterior al acto mental de un sujeto, lo que no es simplemente vivencia, estado, reacción psíquica de un individuo.
Resumiendo, podemos decir:

"Un conocimiento(un enunciado, una proposición) es objetivo cuando su contenido corresponda con lo que las cosas son y así se adecua a las características, propiedades, relaciones de los objetos; cuando no puede ser variado al arbitrio del sujeto; cuando es comunicable y aceptable por todos los demás sujetos sin variar dicho contenido ; y cuando se refiere no a los actos , estados o procesos mentales vividos por el sujeto en el momento de conocer , sino a lo que está fuera de él, a lo que es exterior a sus vivencias y puede ser enfrentado a ellas" (Salazar B. 1968)

En la explicación de los hechos no debe intervenir nada individual, ni preferencias, ni tendencias ni aspiraciones, ni tampoco deben ser agregadas a éstos. La ciencia quiere ser conocimiento, puede que el hombre de ciencia sea impulsado por una pasión, y puede quedar satisfecho con los resultados obtenidos, pero el conocimiento mismo no debe verse afectado por estos elementos. Se puede decir que la búsqueda del conocimiento es un acto de coraje porque hay que sacrificar todo interés que no sea el de la verdad.

El hombre trabaja con su inteligencia; la voluntad y el sentimiento se ponen al servicio de ésta. No hay que utilizar la inteligencia para que amolde los hechos a fines diferentes a la obtención de la verdad.

En la objetividad de la ciencia radica su confiabilidad; esto lo podemos observar claramente en las ciencias naturales, pero no tan bien en las ciencias del hombre, donde los aspectos subjetivos del investigador las vuelven poco confiables.
Sobre este tema el renombrado científico social W. Laurence en el año 1999 expresó lo siguiente:

"Según un quizás ingenuo, pero aun dominante punto de vista positivo, el conocimiento científico es el único conocimiento confiable. Es confiable porque es objetivo. Deriva su objetividad de la observación hecha por un observador desprendido. La forma en la cual los

científicos empíricos miran el mundo es algunas veces descrita como "actitud científica". Para ser observadores objetivos, los científicos deben ser indiferentes, desinteresados, neutrales e imparciales" (Lawrence 1999)

Podemos concluir que en la labor científica las opiniones personales o preferencias tienen que ser suspendidas. Ningún elemento subjetivo es permitido introducir. La ciencia es confiable si se basa en enunciados objetivos y verificables, los cuales se pueden transmitir en leyes y teorías.

Luego de entender el significado del término *objetividad* podemos establecer el concepto de **Ciencia** (del latín ***scientia***, "conocimiento") como un conjunto de conocimientos obtenidos a través de un proceso de adquisición, refinado y organizado del *conocimiento objetivo*. Siendo este conocimiento objetivo producto de una práctica humana mediante la observación y el razonamiento, sistemáticamente estructurados y con reglas establecidas, cuya finalidad es deducir y obtener, por diversos medios, un conjunto de reglas o *leyes universales*, que dan cuenta del comportamiento de un sistema y predicen cómo actuará dicho sistema en determinadas circunstancias

La ciencia trata de eliminar toda subjetividad. Hay que aclarar que esto no significa la eliminación del sujeto. La eliminación de la subjetividad significa una eliminación de los elementos afectivos y volitivos (de la voluntad) del sujeto que investiga. Estos no se tiene que incorporar al sistema de relaciones en qué consiste la ciencia y no deben modificar el fin principal de la ciencia, que es conocer la realidad.

La ciencia es objetiva pero es un hecho humano. La objetividad posee características propias que se distinguen por lo siguiente:

- El conjunto de objetos estudiados está formado por los datos exteriores al sujeto; desde una proposición hasta una teoría son independientes de quien las dice. Son situaciones que no tienen que ver con la subjetividad del investigador.
- Se utiliza un lenguaje compuesto por términos unívocos (que tiene un sólo significado) y por lo tanto es imposible confundir significados y no da lugar a ambigüedad.
- La ciencia se maneja con una metodología rigurosa. Necesita coherencia y lógica en su parte teórica y adecuarse a los hechos en su parte práctica.
- Los sujetos que hacen ciencia integran la comunidad científica. Ésta es una sociedad disciplinada, donde sus miembros están capacitados para desempeñarse en ella. Las leyes que se descubren o las teorías que se crean son sometidas a crítica intersubjetiva de todos sus miembros, por lo que esta comunidad es garantía de objetividad. Puede aprobar o rechazar la labor de cualquier investigador con fundamentos.

La comunidad científica actúa independientemente de otras comunidades sociales

Con respecto a estas características, se pueden adelantar algunas observaciones:

Existen teorías científicas, sobre todo en la Física moderna, donde el concepto de objetividad se encuentra totalmente deformado; es el caso del principio de Incertidumbre de Heisemberg de la Mecánica Cuántica, donde usando métodos cuantitativos de investigación, se llega a la conclusión que el proceso de medición está supeditada al observador; es decir, el sujeto está interviniendo en la descripción de un fenómeno de la realidad física, lo que significa que el fenómeno descrito no depende exclusivamente del objeto tal como es, sino de la combinación de ambos. Si por objetividad entendemos la no intervención del observador en la descripción o explicación del fenómeno observado, este principio de la Física Moderna rompe el esquema

tradicional de objetividad. También veremos que cuando el método científico se aplica a algunas ramas de las ciencias sociales, como en el caso de la Antropología, en ocasiones tenemos que aplicar métodos de investigación *"cualitativa"* donde lo que se busca no es *explicar el fenómeno,* sino mas bien *-entenderlo o comprenderlo"* en su propio contexto. Y quien define este contexto? Indudablemente lo hace el investigador, quien tendrá que establecer los parámetros que nos conduzcan a tal -comprensión- de ese fenómeno social.

Muchos epistemólogos consideran que toda investigación cualitativa está cargada de *subjetividad,* a pesar de que estas investigaciones iluminan muy bien en lo que respecta al comportamiento del hombre en sociedad. Este y otros temas se discutirán con amplitud en la segunda parte del texto, correspondiente a la Filosofía de la Ciencia, donde se hará un riguroso cuestionamiento a la labor de los científicos en la ciencia moderna .

1.4. La actitud científica

Hay que tomar en cuenta, que un conocimiento científico no implica que provenga de las investigaciones hechas en el campo académico. A la actividad o resultado de toda investigación, por modesta que sea, se le atribuirá el carácter de ciencia, siempre y cuando se ajuste a las reglas del Método Científico. El mejor testimonio lo encontramos en las nuevas disciplinas que han aparecido como producto de las actividades del mundo moderno. Por ejemplo: la informática, las ciencias de la comunicación, las ciencias administrativas, las ciencias de la salud, las ciencias forenses etc. Todas ellas empezaron como simples tecnologías, para luego ocupar el rango de Ciencia, y muchas de ellas lo han logrado (en diversos niveles por supuesto); pues, para hacer ciencia no interesa el tema que se está investigando, sino de la actitud con la cual se aborda: -La actitud científica- . Así, no se es científico por saber mucha matemática, ni por conocer los últimos descubrimientos de la física Moderna, de la biología molecular, o de la cibernética. Si con esos conocimientos no engendra otros nuevos, utilizando esa poderosa herramienta llamada Método científico, sólo seremos vistos como un archivo de información, pero nunca como un científico. Tenemos que recordar que el término erudito, en nuestro mundo moderno, no tiene la misma connotación que en épocas pasadas; pues, la revolución de la informática ha puesto los resultados de la ciencia ha disposición y al alcanze de todos los seres humanos en todas las latitudes. Por otro lado el término sabio está en tela de juicio. Ahora es imposible conocer toda la ciencia de nuestro tiempo como sí se podía hasta hace pocos siglos. El gran filósofo Inmanuel Kant, por ejemplo, llegó a conocer toda la matemática y ciencias naturales de su época y en el siglo de las luces se condensó todo el conocimiento en la famosa -enciclopedia-.

En conclusión, en nuestra actual sociedad moderna disponemos de dos tipos de individuos: Los que generan conocimientos y los que consumen conocimientos generados por otros. De los primeros podemos decir que han adoptado una actitud científica independiente de su quehacer, ya sea de tipo académico o de cualquier sector de la actividad humana.
Sobre este particular, ya se han pronunciado, eminentes académicos y estudiosos de la ciencia. Demos un vistazo a lo expresado por el experto en Lógica I. Copy.
"Tal como se usa hoy en día el término "científico", designa a todo razonamiento que trata de partir de hechos de experiencia observables para llegar a explicaciones razonables (esto es, atinentes a los hechos susceptibles de prueba) de aquellos hechos. El método científico no está limitado a los científicos profesionales: puede decirse que procede científicamente todo aquel que sigue el esquema general de razonar partiendo de datos

para llegar a conclusiones que puedan ser sometidos a prueba experimental. En este sentido un detective hábil es un científico, como lo somos la mayoría de nosotros en nuestros momentos racionales" (Copi 1972)

Podemos añadir a esto la opinión vertida en nuestro siglo por la Epistemologa S. Haack

"...Así pues, la ciencia no sólo es rutinariamente practicada por los físicos, Químicos, y Biólogos, sino también por los Historiadores, detectives, plomeros, y todos los seres humanos (en algunos aspectos de nuestra vida diaria) Por supuesto, el hecho de que todos practiquemos ciencia de vez en cuando, no significa que todos lo practiquemos igualmente bien, o que lo practiquemos igualmente bien en todas las áreas de nuestra vida" (Haack, S. 2003).

1.5. Características del conocimiento científico

El conocimiento científico, al margen de su reputación por el éxito de sus aplicaciones prácticas, no es un conocimiento acabado y perfecto, sólo es una de las tantas formas de conocer, que no esta libre de de ser cuestionado en su intento de buscar la verdad. El mundo en que vivimos está plagado de conocimientos y formas de conocer que no provienen de la ciencia, que no necesariamente buscan la verdad, pero que curiosamente son tan objetivos y verificables como la propia ciencia (tal vez en menor grado); como aquellos que adquirimos en nuestra vida diaria, sin los cuales no nos podríamos conducir y que llamamos -conocimiento ordinario‖; por ejemplo cuando aprendemos a conducir un auto o manejar un computador (conocimiento técnico); cuando aprendemos lo que es justicia (conocimiento ético); a valorar a las personas(conocimiento axiológico); a controlar nuestros impulsos(conocimiento vivencial) etc. También debemos tener en cuenta que el gran avance de la tecnología se lo debemos al llamado -conocimiento tecnológico‖ o tecnología propiamente dicha, que es una mezcla de conocimiento científico y empírico. Por estos motivos, necesitamos caracterizar al conocimiento científico en todos sus detalles, para establecer la línea divisoria entre la ciencia y no ciencia; frontera que los epistemólogos hasta la fecha no la han establecido con todo su rigor. Pero es casi un acuerdo general, dentro de la Epistemología Contemporánea, caracterizar al conocimiento científico en los siguientes términos:

-Es un saber racional, objetivo, crítico, metódico, verificable, sistemático, unificado, ordenado, universal, comunicable, provisorio y que explica y predice hechos por medio de leyes y teorías"

Es racional porque la ciencia conoce las cosas mediante el uso de la razón.

Es aconsejable tener cuidado cuando nos expresamos sobre la racionalidad de la ciencia, pues hay que tener en cuenta que existen conocimientos no racionales que sirven de fundamento a una ciencia, como es el caso de los axiomas y postulados de las Matemáticas que se aceptan como evidentes, sin hacer uso de la razón y que algunos filósofos le llaman -las formas intuitivas de conocer‖; por ejemplo cuando decimos que la distancia más corta entre dos puntos es la recta que los une. Conocer esto en sí, no es ciencia, pero sirve para construir una ciencia.

Es objetivo porque es válido para todos los individuos y no solamente para uno determinado. Pretende conocer la realidad tal como es.
El comentario lo posponemos cuando tratemos el tema sobre la objetividad en la ciencia.

Es crítico porque trata de demostrar su verdad.
La ciencia tiene que demostrar la verdad de sus enunciados ya sea apelando a la razón o a la experiencia. Y no siempre un argumento es definitivo y la experiencia no siempre verifica nuestros enunciados. Por este motivo, la crítica es inherente a toda ciencia; pues si no tuviera esta cualidad, sería un -conocimiento dogmáticoll, y en la ciencia no pueden existir dogmas. Todo enunciado, ley o teoría está expuesta a la refutación, si existen argumentos racionales para ello.

Es metódico porque desarrolla su tarea siguiendo un plan establecido.
La Investigación científica no es errática sino planeada. Los investigadores no tantean en la oscuridad: saben lo que buscan y cómo encontrarlo. El planeamiento de la investigación no excluye, sin embargo, el azar; sólo que, al hacer un lugar a los acontecimientos imprevistos, es posible aprovechar la interferencia del azar y la novedad inesperada. La ciencia fáctica emplea el método experimental concebido en un sentido amplio. Este método consiste en el test empírico de conclusiones particulares, extraídas de hipótesis generales, tales como "los gases se dilatan cuando se los calienta". Este tipo de verificación requiere la manipulación, la observación y el registro de fenómenos y también el control de las variables o factores relevantes. Los datos aislados y crudos son inútiles y no dignos de confianza; es preciso elaborarlos, organizarlos y confrontarlos con las conclusiones teóricas. La ciencia es, pues, esclava de sus propios métodos y técnicas mientras éstos tienen éxito; pero es libre de multiplicar y de modificar, en todo momento sus reglas, en aras de mayor racionalidad y objetividad.

Es verificable porque somete sus enunciados deben aprobar el examen de la experiencia.
A fin de explicar los fenómenos, el científico inventa conjeturas fundadas, de alguna manera, en el saber adquirido, éstas pueden ser simples o complejas; pero, en todo caso, deben ser puestas a prueba. La experimentación puede calar más profundamente que la observación, porque efectúa cambios en lugar de limitarse a registrar variaciones. Sin embargo, la ciencia no es necesariamente experimental, y, en particular, no es agotada por las ciencias del laboratorio, tales como la física.

Las técnicas de verificación evolucionan en el curso del tiempo; sin embargo, siempre ponen a prueba consecuencias particulares de hipótesis generales. Siempre se reducen a mostrar algún fundamento para creer que las suposiciones en cuestión corresponden a los hechos observados o a los valores medidos.

Es ordenado porque no es un agregado de informaciones aisladas, sino un sistema de ideas conectadas entre sí.
Una ciencia no es un agregado de informaciones inconexas, sino un sistema de ideas conectadas lógicamente entre sí y como tal es un sistema teórico. El fundamento de una teoría dada no es un conjunto de hechos, sino más bien un conjunto de hipótesis de cierto grado de generalidad.

Es sistemático porque es una unidad ordenada, lo nuevos conocimientos se integran al sistema, relacionándose con los que ya existían.

Es un saber unificado porque no busca un conocimiento de lo singular y concreto, sino el conocimiento de lo general y abstracto, o sea de lo que las cosas tienen de idéntico y de permanente.

Ubica los hechos singulares en pautas generales; los enunciados particulares, en esquemas amplios. No es que la ciencia ignore la cosa individual o el hecho irrepetible; lo que ignora es el hecho aislado; por esto la ciencia no se sirve de los datos empíricos como tales; pues éstos son mudos mientras no se los manipula y convierte en piezas de estructuras teóricas. Al químico, por ejemplo, no le interesa ésta o aquella hoguera, sino el proceso de la combustión en general. El científico intenta exponer los universales que se esconden en el seno de los propios singulares.

Es universal porque es válido para todas las personas sin reconocer fronteras.
Es comunicable mediante el lenguaje científico, que es preciso e unívoco, comprensible para cualquier sujeto capacitado.

Comunica información a quien quiera que haya sido adiestrado para entenderla. La comunicabilidad es posible gracias a la precisión y es necesaria para la verificación de los datos empíricos y de las hipótesis. Aún cuando por razones comerciales o políticas, se mantengan en secreto, durante un tiempo algunos trozos del saber, deben ser comunicables en principio para que puedan ser considerados científicos. Los científicos consideran el secreto en materia científica como enemigo del progreso de la ciencia; el secreto científico es en efecto, el más eficaz originador del estancamiento en la cultura, en la tecnología y en la economía, así como una fuente de corrupción moral.

Es provisorio porque todo conocimiento científico es falible, está sujeto a errores y modificaciones. Toda ley es susceptible de ser modificada o adaptada.

La ciencia explica la realidad mediante *leyes*, éstas son las relaciones constantes y necesarias entre los hechos. Son proposiciones universales que establecen en qué condiciones sucede determinado hecho, por medio de ellas se comprenden hechos particulares. También permiten adelantarse a los sucesos y predecirlos. Las explicaciones de los hechos son racionales, obtenidas por medio de la observación y la experimentación.
Una definición más concreta es:

"La ciencia busca explicar la realidad mediante leyes, las cuales posibilitan, además, predicciones y aplicaciones prácticas (la tecnología). El conocimiento científico es un conocimiento objetivo que se estructura en sistemas verificables, obtenidos metódicamente y comunicados en un lenguaje construido con reglas precisas y explícitas, donde se evita la ambigüedad y los sin sentidos de las expresiones."

1.6. Las funciones de la ciencia

Son funciones de la Ciencia: describir, explicar, predecir, aplicar o transformar conocimientos científicos para resolver problemas (G. Gomero, 1997)

La Descripción.

Mediante la descripción, la ciencia responde a la interrogante ¿Cómo son los objetos de estudio? ¿Cuáles son sus características o propiedades? ¿Cómo se relacionan los fenómenos?

etc.; es decir, describe los hechos, pero no los explica. Es un nivel del conocimiento científico que va más allá de la mera observación y que de por sí es un gran avance en nuestra aprehensión de la realidad, pero que aún no profundiza, pues no da respuesta a la pregunta ¿Por que las cosas o fenómenos son así y no de otra manera? Las descripciones, pueden considerarse simples o complejas, directa o indirecta. Es directa cuando los fenómenos, hechos, propiedades y relaciones se captan por medio de los sentidos, en forma directa o a través de instrumentos de medición, y es indirecta cuando se describen por medio de otras descripciones con las que están conectadas de alguna manera.

Puede existir conocimiento científico descriptivo basado en el análisis de la pura observación y recolección de datos, como cuando hacemos el estudio de las propiedades de un material sometido a diferentes estímulos. (propiedades físicas, químicas, mecánicas etc.) También tenemos leyes de la Naturaleza que describen los fenómenos con magnifica precisión, pero que no dejan de ser típicamente descriptivas, como por ejemplo: La ley de la Gravitación de Newton, que describe matemáticamente el comportamiento de los cuerpos celestes, pero no nos da razón del fenómeno propiamente dicho ¿por qué se atraen? Para lo cual existen diversas teorías o conjeturas.

Algunas escuelas filosóficas argumentan que la investigación científica debe consistir exclusivamente en observaciones e inventarios de informes observacionales sin necesidad de explicación (Descriptivismo radical). Otras son más tolerantes y aceptan cierto grado de explicación. Todas ellas se fundamentan en que toda explicación termina siendo filosófica y para los fines de la ciencia, es la descripción lo que importa. Esto se discutirá más adelante.

La explicación.

Mediante la explicación la ciencia responde a la pregunta ¿Por qué es así este objeto o fenómeno que estoy estudiando? Por ejemplo: una cosa es investigar cómo se dilatan los cuerpos; para lo cual, luego de muchas observaciones, se han encontrado fórmulas o leyes que describen y cuantifican el fenómeno y otra cosa muy distinta es preguntarse ¿por qué el calor dilata los cuerpos? Para este último caso disponemos de teorías o hipótesis que resultan de una investigación más profunda del fenómeno. Hipótesis que pueden hoy ser vigentes y posteriormente pueden ser modificadas, reformuladas y/o rechazadas.

Hay que tener en cuenta que toda explicación científica implica teorizar. La explicación se da dentro de un marco teórico vigente y de allí su carácter relativo. No hay explicación que sea definitiva por lo mismo, que no hay teoría definitiva. También hay que agregar que una explicación científica es muy diferente a una explicación filosófica. La explicación científica se enmarca en el seno de la misma ciencia; en cambio, explicar filosóficamente es buscar fundamentos más allá de la ciencia y la experiencia. Por ejemplo cuando decimos ¿Por qué los imanes se atraen?. Se puede responder científicamente apelando a un constructo que la misma ciencia ha creado: Se atraen por la acción del -campo magnéticoll. Pero ésta es una explicación que no dejaría satisfecho a filósofo alguno, pues este replicaría: ¿Qué es el campo magnético? o ¿Cuál es su naturaleza? Está pidiendo una explicación Ontológica (acerca de la esencia o consistencia del mismo campo magnético) algo que nadie nunca ha visto o sentido y que no tiene relevancia para el avance de la misma ciencia. En el caso de la ley de la gravitación de Newton que mencionamos en la descripción sucede lo mismo... La explicación científica sería que los cuerpos se atraen debido a la gravedad que es otro constructo

intelectual para hacer avanzar la ciencia pero que no deja de ser una teoría que ha sido reformulada; pues según Einstein —Lo que hace que los cuerpos se atraigan no es la gravedad, sino la curvatura del espacio tiempo|. Cambió la explicación y tal vez, seguirá cambiando con el transcurso del tiempo; pero los fenómenos siguen siendo los mismos y están allí, en el mundo observable. Se ve pues, que lo importante de las leyes de Newton no radica en su explicación sino en lo asombroso de su -descripción|| respecto al comportamiento de los cuerpos celestes.

La predicción.

Las leyes y teorías científicas, además de suministrar explicaciones de los hechos observados, también nos permiten predecir nuevos hechos no observados. Así por ejemplo, las leyes de la física predicen el movimiento de los astros con asombrosa exactitud. La química de antemano nos dice qué ocurrirá cuando se mezclen determinados compuestos. En Biología ya casi nadie duda de las leyes de la herencia en la formación de las especies. Pero no todas las ciencias tienen la misma capacidad de predicción (poder predictivo), cada una de ellas tiene diversos grados o índices de predicción según sean sus hipótesis, leyes o teorías. Por ahora se da el caso de que las ciencias humanas o sociales tienen poco poder predictivo en comparación con las ciencias naturales; esto debido a que la conducta del hombre aislado o en sociedad (el fenómeno humano) no es tan determinístico como los fenómenos que acaecen en la naturaleza; razón por la cual, estas ciencias son más descriptivas y su explicación es poco explicativa en el término causas, es más bien, finalista o teleológica, lo que nos permite obtener más que una explicación, una -comprensión|| de los hechos o fenómenos sociales. Cuanto mayor es el poder predictivo de una hipótesis científica, tanto más explica y tanto mejor contribuye a nuestra comprensión de los fenómenos que le conciernen (I. Copy pag.491)

Según M. Bunge, la predicción interviene por tres razones en el cuadro general de la ciencia: (i) *anticipa* nuevo conocimiento y, por tanto (ii) es una *contrastación* de una teoría y (iii) una guía para la acción, así tenemos el aspecto cognoscitivo, metodológico y práctico de la predicción (Bunge, 1997)

1.7.- Clasificación de las Ciencias

Las ciencias pueden clasificarse de acuerdo a múltiples criterios: por su objeto, por su método, por su finalidad, por su orden histórico de aparición, etc.

El objeto de estudio es el sector o ámbito de la realidad estudiada y la perspectiva o punto de vista que interesa en la investigación. Bajo este criterio tendríamos: las ciencias de objetos ideales y las de objetos reales. Pero si en la clasificación tomamos en cuenta el método, éstas se ordenarían en ciencias deductivas y en ciencias inductivas. Las inductivas son las ciencias empíricas, de la observación y que parten de la experiencia para llegar a leyes. Las deductivas son las ciencias abstractas o ideales, y parten de definiciones elaboradas por la razón y de verdades generales para deducir de ellas *propiedades nuevas*. Esto no es muy riguroso porque no existen en la realidad ciencias puramente deductivas ni ciencias puramente inductivas.

Modernamente se ha propuesto una nueva clasificación de las ciencias según sus métodos. Se dividen en dos grandes grupos, en las que aplican el método naturalista y las que aplican el

método histórico, es decir, en las que buscan el conocimiento general (leyes) o el conocimiento de lo singular.

La clasificación por la finalidad las divide en teóricas, normativas y prácticas. Las teóricas buscan el conocimiento de las leyes, su objeto es averiguar cómo son las cosas. Pueden ser abstractas y concretas. Las abstractas buscan leyes generales, prescindiendo de los objetos y las concretas buscan conocer los objetos y a los seres en sus caracteres propios. Las normativas buscan establecer normas, su objeto no es investigar cómo son las cosas sino cómo deben ser. Las prácticas nos dan reglas para la acción.

La primera gran clasificación de las ciencias se la debemos al epistemólogo Alemán R. Carnap. (figN° 1.1) *Esquema de clasificación planteado por el epistemólogo alemán Rudolf Carnap quien fue el primero en dividir a la ciencia en:*	
Ciencias formales	Por contraposición a las ciencias fácticas, son aquellas que no estudian fenómenos empíricos. Utilizan la deducción como método de búsqueda de la verdad: Lógica - Matemática
Ciencias naturales	En ellas se encuadran las ciencias naturales que tienen por objeto el estudio de la naturaleza. Siguen el método científico: Astronomía - Biología - Física - Química - Geología
Ciencias sociales	Son todas las disciplinas que se ocupan de los aspectos del ser humano - cultura y sociedad- El método depende de cada disciplina particular: Antropología - Demografía- Economía - Historia - Psicología - Sociología

El orden de aparición histórico de cada ciencia también puede ser criterio de clasificación. Porque nos muestran cómo van apareciendo en relación con las ya existentes y que toman de éstas.

Actualmente la división más aceptada es la de **ciencias fácticas y formales.**

A.- Ciencias Formales.-

Las ciencias formales, ***lógica y matemática*** tienen por objeto las ideas y son deductivas por excelencia. No se refieren a nada que se encuentre en la realidad y, por tanto, no pueden utilizar el contacto con ella para convalidar sus fórmulas. Los diversos sistemas de la lógica formal y los diferentes capítulos de la matemática pura son racionales, sistemáticos y verificables, pero no son objetivos, no dan informaciones acerca de la realidad: simplemente, no se ocupan de los hechos. La lógica y la matemática tratan de entes ideales - tanto los abstractos como los interpretados -, que sólo existen en la mente humana. A los lógicos y matemáticos no se les da objetos de estudio: ellos construyen sus propios objetos. Es verdad que a menudo lo hacen por abstracción de objetos reales (naturales y sociales); más aún, el trabajo del lógico o del matemático satisface frecuentemente las necesidades del naturalista, del sociólogo o del tecnólogo. Pero la materia prima que emplean los lógicos y los matemáticos no es fáctica sino ideal. La lógica y la matemática, por ocuparse de inventar entes formales y de establecer relaciones entre ellos, se llaman a menudo ***ciencias formales.***

precisamente porque sus objetos no son cosas ni procesos sino ***formas*** en las que se puede verter un surtido ilimitado de contenidos, tanto fácticos como empíricos.

Las ciencias formales jamás entran en contacto con la realidad, pero se emplean en la vida cotidiana y en las ciencias fácticas; en suma, la lógica y la matemática establecen contacto con la realidad a través de un puente que es el lenguaje, tanto el ordinario como el científico.

B.- Ciencias fácticas.-

Las ciencias fácticas trabajan con objetos reales que ocupan un espacio y un tiempo. La palabra -fácticall viene del latín ***factum*** que significa -hecholl, o sea que trabaja con hechos. Se subdividen en naturales y sociales. Las primeras se preocupan por la naturaleza, las segundas por el ámbito humano. El hombre es un ser natural, pero su mundo ya no es natural. La naturaleza se desenvuelve independientemente de la voluntad del hombre, en cambio, el mundo del hombre es creado por él. Las naturales son la biología, física, química, etc. Y las sociales son sociología, economía, psicología, etc. La verdad de estas ciencias es fáctica porque depende de hechos y es provisoria porque las nuevas investigaciones pueden presentar elementos para su refutación.

Las ciencias fácticas no emplean símbolos vacíos (variables lógicas), sino tan sólo símbolos interpretados; no involucran expresiones tales como " x es F", que no son verdaderas ni falsas. De otra parte, la racionalidad - esto es, la coherencia con un sistema de ideas aceptado previamente - es necesaria pero no suficiente para los enunciados fácticos o de hechos; en particular, la sumisión a algún sistema de lógica es necesaria pero no es una garantía de que se obtenga la verdad.

Además de la racionalidad, exigimos de los enunciados de las ciencias fácticas que sean ***verificables en la experiencia,*** sea indirectamente (en el caso de las hipótesis generales), sea directamente (en el caso de las consecuencias singulares de las hipótesis). Únicamente después que haya pasado las pruebas de la verificación empírica, podrá considerarse que un enunciado es adecuado a su objeto, o sea que es verdadero. Por esto el conocimiento fáctico verificable se llama a menudo ***ciencia empírica.*** En resumidas cuentas, el conocimiento fáctico aunque racional, es esencialmente probable. (Ver figura 1.1).

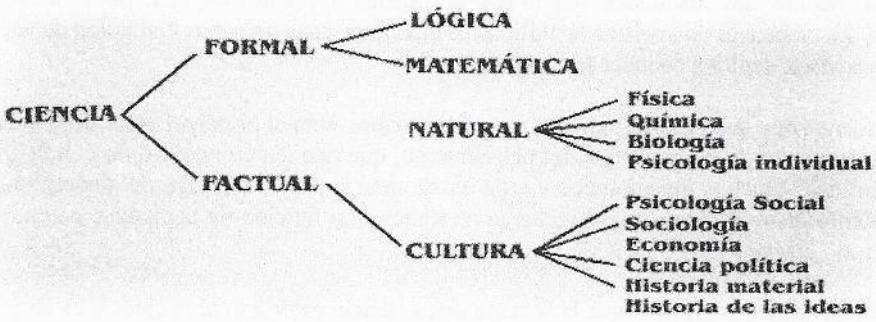


Fig 1.1. Una clasificación de las ciencias

Resumiendo lo expresado: Las ciencias formales trabajan con formas, es decir, con objetos ideales, que son creados por el hombre, que existen en su mente y son obtenidos por abstracción. Les interesan las formas y no los contenidos, no les importa lo que se dice, sino cómo se dice. La verdad de las ciencias formales es necesaria y formal.

Esta división tiene en cuenta el objeto o tema de estas disciplinas, también da cuenta de la diferencia de especie entre los enunciados que establecen las ciencias formales y las fácticas. Mientras los enunciados formales consisten en relaciones entre signos, lo enunciados de las ciencias fácticas se refieren, mayoritariamente, a sucesos y procesos. Además esta división tiene en cuenta el método por el cual se ponen a prueba los enunciados verificables. Mientras que las ciencias formales se conforman con la lógica para comprobar sus teoremas, las ciencias fácticas recurren a la observación y /o al experimento.

Las ciencias formales demuestran o prueban; las fácticas verifican (confirman o disconfirman) hipótesis que mayoritariamente son provisionales. La demostración es completa y final; la verificación es incompleta y temporaria.

1.8. EL VALOR DE LA CIENCIA

Los puntos de vista acerca del valor de la ciencia son muy variados y hasta opuestos.
Para unos la función de la ciencia es dar una *explicación posible* de los hechos (valor explicativo). Si la ciencia los explica de manera satisfactoria para nuestra razón, entonces las teorías con la que se presenta dicha explicación es válida.

Para muchos científicos y filósofos la ciencia debe limitarse a darnos una descripción clara y económica de los hechos positivos. Este punto de vista es defendido por Mach en su libro —Análisis de las sensaciones|. Sostiene que la ciencia tiene que observar un sólo campo y trabajar en él: el de las sensaciones que es todo lo que podemos conocer. Exista o no un mundo exterior, la ciencia tiene que limitarse al mundo de las sensaciones. En este mundo hay relaciones funcionales que el hombre de ciencia debe descubrir. No es necesario hablar de causas ni de fuerzas misteriosas, sólo debemos decir sucede esto, luego este otro, etc. Podemos descubrir relaciones que nos permitirán prever qué sucederá, pero nada más.(valor dscriptivo).

Para otros, la ciencia tiene que ofrecernos un sistema único que descifre la realidad que también es única. No hay dos realidades, por lo que no pueden hacer dos explicaciones válidas de la realidad. La ciencia es una porque la realidad es una. Para estas personas la función de la ciencia es *cognoscitiva*, aspira a conocer la realidad.

Otros afirman que la ciencia es una *creación* del hombre. Ven el principal valor de la ciencia en el descubrimiento de las armonías del pensamiento, que pueden coincidir o no con la armonía de la realidad. Muchos matemáticos vieron en su ciencia como un juego de ajedrez, donde el pensamiento dicta las leyes a las que luego se somete. La función de la ciencia, entendida así, es ante todo *estética.*

También hay quienes afirman que la función de la ciencia es *práctica*: la ciencia es un instrumento para dominar la realidad. Una interpretación contemporánea le atribuye a la ciencia un simple valor instrumental. Establece que una teoría científica sólo tiene el sentido

que le dan las consecuencias prácticas que resultan de ellas y las leyes científicas son simplemente normas de acción.

1.9. Objetivos de la ciencia

A pesar de la creencia popular, el objetivo de la ciencia no es responder todos los interrogantes. El objetivo de las ciencias físicas es responder únicamente aquellas preguntas pertenecientes a la realidad física. La ciencia no puede ni se ocupa de producir verdades absolutas. De acuerdo al empirismo la ciencia no hace declaración alguna sobre cómo *es* realmente la naturaleza; la ciencia sólo puede producir conclusiones sobre nuestras observaciones de la naturaleza.

La ciencia no es una fuente de juicios de valor subjetivos, aunque ciertamente puede ser utilizada en asuntos de ética y políticas públicas al señalar las consecuencias probables de ciertas acciones. Sin embargo, la ciencia no puede decirnos cuál de esas consecuencias es la deseable o "mejor". Lo que uno proyecta desde las hipótesis científicas más razonables hacia otros dominios de interés no es un problema científico, y como tal el método científico no ofrece ninguna ayuda a quienes deseen hacerlo. A pesar de esto la justificación (o refutación) científica es utilizada en muchos casos. Desde luego, los juicios de valor son intrínsecos a la ciencia en sí misma. Por ejemplo, la ciencia valora la verdad y el conocimiento.

El objetivo o propósito subyacente de la ciencia para con la sociedad e individuos es producir modelos útiles de la realidad. Se ha dicho que es virtualmente imposible hacer referencias desde los sentidos humanos que describan aquello que "es". Por otra parte, como se ha dicho, la ciencia puede hacer predicciones basadas en observaciones. Estas predicciones a menudo benefician a la sociedad o a los individuos que hagan uso de ellas. Por ejemplo, la física newtoniana y, en casos más extremos, la relatividad nos permiten predecir todo, desde el efecto que una bola de billar tendrá al impactar sobre otra hasta las trayectorias de transbordadores espaciales y satélites. Las ciencias sociales nos permiten predecir (con precisión limitada por el momento) elementos como la turbulencia económica, así como también nos ayuda a comprender el comportamiento humano, producir modelos útiles de la sociedad y trabajar más empíricamente con políticas gubernamentales. La química y la biología han transformado nuestra habilidad para usar y predecir reacciones químicas y biológicas. Sin embargo, en los tiempos modernos estas disciplinas científicas (en particular las últimas dos) son más generalmente utilizadas en conjunción para producir modelos y herramientas más completos.

En resumen, la ciencia produce *modelos útiles* que nos permiten realizar *predicciones útiles*. La ciencia intenta *describir* aquello que "es", pero evita tratar de *determinar* qué "es" (lo cual es imposible por razones prácticas). La ciencia es una *herramienta útil*, un creciente cuerpo de entendimiento que nos permite enfrentar más efectivamente nuestro ambiente y adaptarnos tanto social como individualmente.

1.10. CIENCIA Y TECNOLOGÍA.

De manera semejante a como la ciencia ha sido interpretada de distintas formas, respondiendo a las diversas etapas de su evolución, la tecnología ha corrido la misma suerte y aún sigue siendo tema de controversias, el significado exacto de lo que es tecnología.

Si tomamos en cuenta el origen griego de la palabra, esta proviene del vocablo, τεχνολογος, formada por *tekne* (τεχνη, **"arte, técnica u oficio"**) y *logos* (λογος, **"conjunto de saberes"**). En este sentido, Tecnología es el conjunto de habilidades que permiten construir objetos y dejar de manera diferente el medio ambiente, incluyendo flora y fauna, para satisfacer nuestras necesidades. Aunque hay muchas tecnologías muy diferentes entre sí, es frecuente usar el término en singular para referirse a una, cualquiera de ellas o al conjunto de todas.

Si tomamos en cuenta la expresión lingüística. La versión 1992 del *Diccionario de la Real Academia* daba las siguientes acepciones de *tecnología*:

1. *Conjunto de los conocimientos propios de un oficio mecánico o arte industrial.* Esta acepción era incompleta porque hay tecnologías que no corresponden a oficios mecánicos, como las informáticas. Era ambigua porque sugería una inexistente relación entre tecnologías y artes. Era tautológica porque las que antiguamente se denominaban *artes industriales* hoy se denominan *técnicas*.
2. *Tratado de los términos técnicos.* Esta acepción se refiere sólo a la *terminología técnica*, la parte verbalmente expresable de los saberes tecnológicos.
3. *Lenguaje propio de una ciencia o de un arte.* Esta acepción es similar a la anterior.
4. *Conjunto de los instrumentos y procedimientos industriales de un determinado sector o producto.* Esta acepción es sólo aplicable a las tecnologías industriales.

La versión 2006 del Diccionario de la Real Academia ha reemplazado la primera acepción por la siguiente:

"Conjunto de teorías y de técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico"

Esta acepción asimila la tecnología a ciencia aplicada o tecno-ciencia, lo que sólo es válido para algunas tecnologías, las basadas en saberes científicos.

Si tomamos en consideración que no toda tecnología se basa en saber científico podemos afirmar, que en todo tiempo y lugar, las grandes culturas se han desarrollado, en gran medida, gracias a las altas tecnologías con las que contaban,(no hay evidencias que hayan utilizado la ciencia para llegar a ese grado de tecnología). Como ejemplo, podemos citar a las maravillas del mundo antiguo: La fabulosa arquitectura egipcia, los grandes acueductos y andenes de los Incas, o los exóticos templos greco-romanos; todos ellos expresiones de la alta tecnología de su tiempo y que siguen asombrando al mundo hasta la fecha.

Pero resulta que el vocablo ha sufrido mutaciones debido a que la ciencia moderna tiene un fin más utilitario que cognoscitivo lo que ha dado lugar a que aparezca un *nuevo tipo de tecnología*, una tecnología que responde a los intereses de la sociedad en que vivimos y que utiliza a la ciencia como un medio para el logro de sus fines eminentemente prácticos. Es así

que resulta un contubernio entre ambas, pues se necesitan mutuamente y se retroalimentan para ir transformando la realidad según las exigencias del tipo de sociedad en que vivimos, en constante cambio y transformación. Así, llegamos a la siguiente conclusión:
La tecnología moderna ***es el resultado de la actitud práctica*** ante un problema que busca transformar la realidad y presenta fundamentalmente las siguientes características:

1) Se conforma de información de carácter operativo o ejecutable que posee una sólida base científica.
2) Promueve el tránsito de un estado actual a un estado deseable (busca la innovación)
3) Favorece la generac***ión de un bien***, satisfacción de una necesidad o la prestación de un servicio.

Tomando en cuenta estos tres caracteres fundamentales de toda tecnología y añadiendo el carácter epistémico de esta forma de crear conocimiento, M. Bunge define la tecnología en la siguiente forma:

1. Es un cuerpo de conocimientos, compatibles con la ciencia y controlable por el método científico que *se utiliza para transformar o crear cosas o procesos naturales o sociales.*
2. La tecnología *presupone conocimiento empírico (ordinario), y conocimiento* científico, en un enfoque científico de los problemas prácticos, por eso la tecnología es fuente de conocimientos nuevos.
3. La tecnología *crea nuevos conocimientos para diseñar equipos y plantear cursos de acción que tengan un valor práctico* para algún grupo social.
4. La tecnología tiene sus propios métodos y un conjunto de reglas empíricas descubiertas antes que la ciencia, pero estas reglas se confirman en principios científicos.
5. La ciencia y tecnología se interactúan o retroalimentan *(la tecnología moderna se alimenta de la ciencia y viceversa)*

Como ejemplo de labor de alta tecnología podemos tomar como modelo al Ingeniero, que en esencia, es un tecnólogo capaz de realizar ciencia aplicada con el único propósito de crear nuevas tecnologías puestas al servicio de la sociedad.

La tecnología no es únicamente el resultado de aplicar el conocimiento científico a los problemas prácticos: la tecnología viva es, en esencia, el enfoque científico de los problemas prácticos, o sea, el tratamiento de éstos sobre un fondo de conocimiento científico y con ayuda del método científico. Todo avance tecnológico plantea problemas científicos, cuya solución puede ser la invención de nuevas teorías o de nuevas técnicas de investigación que conduzcan a mejor conocimiento y dominio del asunto.

La continuación de la civilización moderna depende, en gran medida, del ciclo del conocimiento: la tecnología moderna utiliza la ciencia, y la ciencia moderna depende a su vez de una industria altamente tecnificada. Pero la ciencia es útil en más de una manera. Además de constituir el fundamento de la tecnología, la ciencia es útil en la medida en que se la emplea en la edificación de concepciones del mundo que concuerdan con los hechos.

En resumen, la ciencia es valiosa para domar la naturaleza y remodelar la sociedad; es valiosa en sí misma, como clave para la inteligencia del mundo y del yo; y es eficaz en el enriquecimiento, la disciplina y la liberación de la mente.

De estas últimas ciencias surgen las técnicas concretas que se utilizan en la vida cotidiana; así, por ejemplo, de las ciencias físicas, que son puras, surgen las ramas de la ingeniería; de la Biología y la Química surge la Medicina. No hay ciencia aplicada que no tenga detrás un conjunto sistemático de conocimientos teóricos "puros", y casi todas las ciencias puras son aplicadas constantemente a la resolución de dificultades concretas.

La ciencia aplicada y la técnica utilizan el mismo método general de la ciencia pura y varios métodos especiales de ella, pero los aplican a fines específicos que son en última instancia prácticos. Si estos fines utilitarios no concuerdan con el interés público, la ciencia aplicada no será otra cosa que ciencia impura y fatalmente inoficiosa.

Entre ciencias puras y aplicadas existe una constante dialéctica, una interrelación dinámica, de tal modo que los adelantos puros nutren y permiten el desarrollo de las aplicaciones, mientras que éstas someten a prueba y permiten revisar diariamente la actividad y los logros de las ciencias puras.

1.11. Impactos de la tecnología

La elección, desarrollo y uso de tecnologías puede tener impactos muy variados en todos los órdenes del quehacer humano y sobre la naturaleza. Uno de los primeros investigadores del tema fue McLuhan, quien planteó las siguientes cuatro preguntas a contestar sobre cada tecnología particular:[2]

- ¿Qué genera, crea o posibilita?
- ¿Qué preserva o aumenta?
- ¿Qué recupera o revaloriza?
- ¿Qué reemplaza o deja obsoleto?

Este cuestionario puede ampliarse para ayudar a identificar mejor los impactos, positivos o negativos, de cada actividad tecnológica tanto sobre las personas como sobre su cultura, su sociedad y el medio ambiente:[3]

- **Impacto práctico**: ¿Para qué sirve? ¿Qué permite hacer que sin ella sería imposible? ¿Qué facilita?
- **Impacto simbólico**: ¿Qué simboliza o representa? ¿Qué connota?
- **Impacto tecnológico**: ¿Qué objetos o saberes técnicos preexistentes lo hacen posible? ¿Qué reemplaza o deja obsoleto? ¿Qué disminuye o hace menos probable? ¿Qué recupera o revaloriza? ¿Qué obstáculos al desarrollo de otras tecnologías elimina?

---

[2] **Herbert Marshall McLuhan y B. R. Powers, *La aldea global en la vida y los medios de comunicación mundiales en el siglo XXI*, Editorial Planeta-Argentina, Buenos Aires (Argentina), 1994, pp. 21-29.**

[3] **C. E. Solivérez, *Educación Tecnológica para comprender el fenómeno tecnológico*, Instituto Nacional de Educación Técnica, Buenos Aires Argentina, 2003.**

- **Impacto ambiental**: ¿El uso de qué recursos aumenta, disminuye o reemplaza? ¿Qué residuos o emanaciones produce? ¿Qué efectos tiene sobre la vida animal y vegetal?
- **Impacto ético**: ¿Qué necesidad humana básica permite satisfacer mejor? ¿Qué deseos genera o potencia? ¿Qué daños reversibles o irreversibles causa? ¿Qué alternativas más beneficiosas existen?
- **Impacto epistemológico**: ¿Qué conocimientos previos cuestiona? ¿Qué nuevos campos de conocimiento abre o potencia?

1.12. Medio ambiente y tecnologías

La principal finalidad de las tecnologías es transformar el entorno humano (natural y social), para adaptarlo mejor a las necesidades y deseos humanos. En ese proceso se usan recursos naturales (terreno, aire, agua, materiales, fuentes de energía) y personas que proveen la información, mano de obra y mercado para las actividades tecnológicas.

El principal ejemplo de transformación del medio ambiente natural son las ciudades, construcciones completamente artificiales por donde circulan productos naturales como aire y agua, que son contaminados durante su uso. La tendencia, aparentemente irreversible, es la urbanización total del planeta. En casi todos los países la cantidad de ciudades estan en continuo crecimiento y la población, de la gran mayoría de ellas, está en continuo aumento. La razón es que las ciudades proveen mayor cantidad de servicios esenciales, puestos de trabajo, comercios, seguridad personal, diversiones y acceso a los servicios de salud y educación.

Además del creciente reemplazo de los ambientes naturales, la extracción de ellos de materiales o su contaminación por el uso humano, está generando problemas de difícil reversión. Cuando esta extracción o contaminación excede la capacidad natural de reposición o regeneración, las consecuencias pueden ser muy graves. Son ejemplos:

- La deforestación.
- La contaminación de los suelos, las aguas y la atmósfera.
- El calentamiento global.
- La reducción de la capa de ozono.
- Las lluvias ácidas.
- La extinción de especies animales y vegetales.
- La desertificación por el uso de malas prácticas agrícolas y ganaderas.

Se pueden mitigar los efectos que las tecnologías producen sobre el medio ambiente, estudiando los impactos ambientales que tendrá una obra antes de su ejecución, sea ésta la construcción de un caminito en la ladera de una montaña o la instalación de una gran fábrica de papel a la vera de un río. En muchos países estos estudios son obligatorios y deben tomarse recaudos para minimizar los impactos negativos sobre el ambiente natural y maximizar los impactos positivos.

Para eliminar completamente los impactos ambientales negativos no debe tomarse de la naturaleza o incorporar a ella más de los que es capaz de reponer o eliminar por sí misma. Por ejemplo, si se tala un árbol se debe plantar al menos uno; si se arrojan residuos orgánicos a un

río, la cantidad no debe exceder su capacidad natural de degradación. Esto implica un costo adicional que debe ser provisto por la sociedad, transformando los que actualmente son costos externos de las actividades humanas en costos internos de las actividades responsables del impacto negativo. De lo contrario se generan problemas que deberán ser resueltos por nuestros descendientes, con el grave riesgo de que en el transcurso del tiempo se transformen en problemas insolubles.

El concepto de **desarrollo sustentable** o sostenible tiene metas más modestas que el probablemente inalcanzable impacto ambiental nulo. Su expectativa es permitir satisfacer las necesidades básicas, no suntuarias, de las generaciones presentes sin afectar de manera irreversible la capacidad de las generaciones futuras de hacer lo propio. Además del uso moderado y racional de los recursos naturales, esto requiere el uso de tecnologías específicamente diseñadas para la conservación y protección del medio ambiente.

1.13. Técnica y Tecnología

La técnica, contra lo que se suele pensar, es anterior a la ciencia: cuando interviene la ciencia, la técnica deviene tecnología: ***la tecnología es el resultado de la aplicación de la ciencia a la técnica.*** Pero la técnica es tan antigua como la humanidad; pueden darse sociedades humanas sin instituciones jurídicas o políticas, pero no sociedades humanas sin técnicas, pues no es una actividad entre otras, sino el complemento necesario de toda actividad. Max Weber la ha definido del modo siguiente: «*Técnica* de una acción significa el conjunto de los *medios* aplicados en ella», añadiendo que «con respecto a la acción *concreta,* esa aportación técnica (desde la perspectiva de la actividad total) constituye su verdadero *sentido y* los medios que emplea son su *técnica.* En este sentido, hay una técnica para cada forma de actividad: técnica de la oración, técnica de la ascética, técnica del pensamiento y de la investigación, técnica mnemónica, técnica de la educación, técnica del poder político, técnica administrativa, técnica erótica»[4], etc.

La técnica constituye un rasgo exclusivo del hombre, por el que se distingue del animal. Las técnicas más elementales se dirigen a la satisfacción de necesidades y a la evitación de dificultades, defendiendo incluso al hombre de la hostilidad de la naturaleza, frente a la cual sería inferior al animal, si no dispusiera de la técnica. Ortega y Gasset ha visto muy bien esta dimensión de la técnica: «El hombre empieza cuando empieza la técnica»; y **«no hay hombre sin técnica»**[5]. Y es que el hombre es un ser excepcional: su ser no es una realidad acabada, sino por hacer, quehacer: proyecto, programa, invento. La técnica permite al hombre cumplir ese programa, mediante la manipulación y reforma de la naturaleza.

---

[4] **M. WEBER,** ***Economía y sociedad,*** **FCE, México 1977, 47**

[5] **J. ORTEGA Y GASSET,** ***Meditación de la técnica,*** **17** ***y 53.***

Capítulo N° 2

Teoría del conocimiento / Gnoseología

Introducción.

Se llama *Teoría del conocimiento Gnoseología* (de -gnosis‖, que en griego significa conocimiento) al examen crítico de los problemas del conocimiento hecho por la filosofía. Se plantearán entonces una serie de preguntas como las siguientes. ¿Qué significa la palabra -conocimiento‖? ¿En qué consiste el conocer? ¿Es posible realmente el conocimiento? ¿Cuáles son los fundamentos de nuestro conocimiento? ¿Hasta dónde alcanza nuestra capacidad de conocer?

Al plantearse estas interrogantes y otras similares se ha adoptado una actitud filosófica, y su solución exigen los procedimientos rigurosos del saber filosófico. Pero antes de abordar el problema tenemos que identificar cuatro elementos que intervienen en el estudio: 1.-El sujeto que conoce. 2.- El objeto conocido. 3.- La operación misma de conocer (conocimiento como acción) 4.-El resultado obtenido del acto de conocer (conocimiento resultado o saber)

2.1. El Conocimiento como acto

Lo primero que podemos decir es que el conocimiento es un proceso psíquico que consiste en la aprehensión de una cosa, una propiedad, un hecho y, en general, un objeto por un sujeto o ser consciente. El término aprehensión significa una cierta captura, una captación de los objetos pero puramente mental. Según esto , un objeto que puede ser físico y completamente exterior a la mente del sujeto –como ocurre, v.g; con la mesa donde ud. come- queda captado o cogido gracias al conocimiento, sin que la captación sea una operación física del sujeto. De esto se deduce que el requisito fundamental para que se produzca el acto de conocer es que exista un -sujeto cognoscente‖ y un -objeto conocido‖ en una relación de aprehensión. Con la palabra sujeto designamos a cualquier ser o ente racional capaz de conocer; que podría ser una persona o animal. Y con el nombre de objeto designamos a todo aquello que se pueda conocer por la experiencia y/o la razón, como: objetos físicos, propiedades de los cuerpos, objetos imaginarios (como los números), relaciones etc. Y este binomio es inseparable (sujeto-objeto) pues no hay conocimiento sin sujeto que conozca, ni tampoco sin objeto por conocer. Se puede entender ahora que durante toda la existencia del mundo no siempre ha habido conocimiento.

¿Cómo es posible este proceso de conocer? La Psicología, al estudiar los caracteres de la actividad consciente, destaca *"La Intencionalidad"* como una de las propiedades fundamentales de esta actividad. La Intencionalidad consiste en la capacidad de la mente de proyectarse hacia algo exterior y eventualmente distinto a ella. No hay conciencia en el vacío; ser consciente es siempre ser consciente de algo. Esta propiedad permite por lo tanto la aprehensión cognoscitiva, la captación de los objetos en el conocimiento

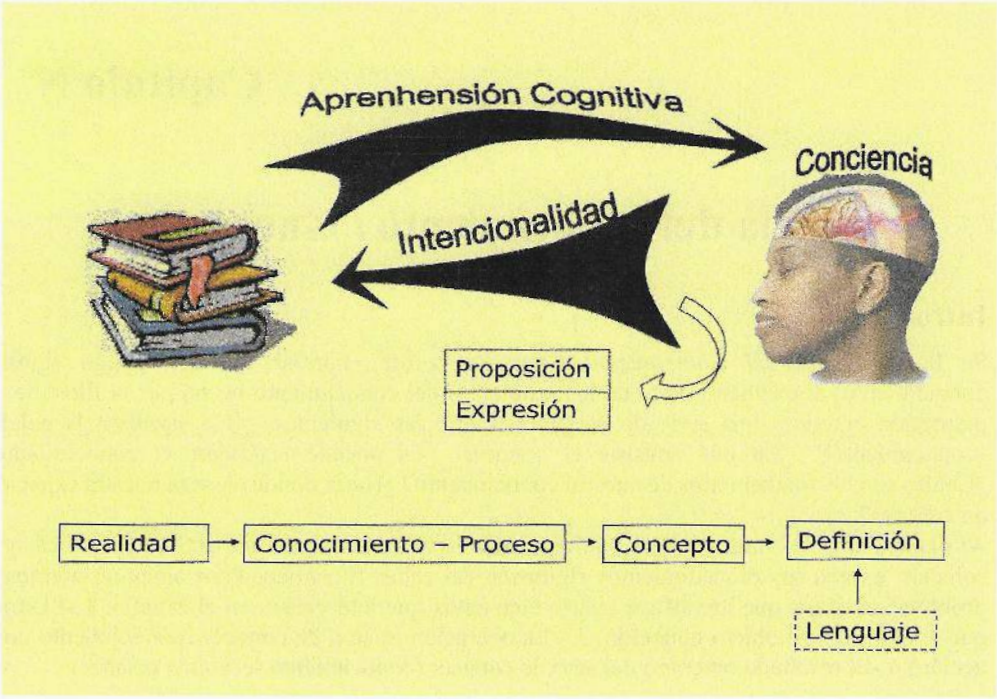


Fig. 2.1 El fenómeno del conocimiento

2.2. El conocimiento como fenómeno

Lo esencial es que el conocimiento constituye una relación entre un sujeto que conoce y un objeto que se deja conocer; la función del sujeto es aprehender al objeto; la del objeto ser aprehensible y aprehendido por el sujeto; pero además dicha relación es dependiente de factores y circunstancias que influyen en el mayor o menor grado de profundidad de aquella realidad que pretendemos conocer y transformar.

Vista desde el *sujeto* esta aprehensión se presenta como una salida de éste fuera de su propia esfera para invadir la esfera del objeto y capturar sus propiedades. Sin embargo, el objeto no es arrastrado dentro de la esfera del sujeto, sino que permanece trascendente a él. No es en el objeto sino en el sujeto que algo cambia por obra de la función del conocimiento. En el sujeto surge una cosa que contiene las propiedades del objeto: es la "imagen" del objeto.
Visto desde el *objeto,* el conocimiento se presenta como una transferencia de las propiedades del objeto al sujeto. Al trascender del sujeto a la esfera del objeto corresponde un trascender del objeto a la esfera del sujeto; ambos, son sólo distintos aspectos del mismo acto, pero en el segundo caso el objeto invade la esfera del sujeto y predomina sobre él; el objeto es el ente determinante; el sujeto, el determinado.

El conocimiento puede definirse, por ende, como una *determinación del sujeto por el objeto*. Pero lo determinado no es el sujeto y simplemente, sino tan sólo la imagen del objeto en él. Esta imagen es objetiva en cuanto que lleva en sí los rasgos del objeto, y siendo distinta de éste, se halla de cierto modo entre esos dos términos (sujeto y objeto). La imagen constituye pues el instrumento mediante el cual el sujeto cognoscente aprehende su objeto.

Puesto que el conocimiento es una determinación del sujeto por el objeto, se puede decir que el sujeto se conduce receptivamente frente al objeto. Esta receptividad no significa sin embargo pasividad. Por el contrario, se convierte en una actividad y espontaneidad del sujeto hacia la imagen del objeto, engendrada por la conciencia de aquel. La receptividad frente al objeto y la espontaneidad frente a la imagen de éste, por parte del sujeto, son perfectamente compatibles.

2.3 El conocimiento como resultado (El saber)

Existe otra manera posible de entender la palabra conocimiento independiente del acto de conocer. Cuando usted amable lector, dice, que a lo largo de su vida ha adquirido muchos conocimientos, es evidente que no quiere decir que acumuló muchos actos de conocer; lo que quiere decir es que gracias a esos actos de conocer usted tiene un bagaje de conocimientos que se encuentran acumulados en su mente y están a su libre disposición, entonces ¿en qué otro sentido usamos la palabra conocimiento? La usamos para designar no los actos de conocer sino justamente aquello que se adquiere gracias a los actos de conocer, el *-resultado de esos actos"*

—Conocimientoll significa pues también el producto de la operación mental de conocer, ese contenido significativo que el sujeto adquiere como consecuencia de su captación del objeto (El saber). En otros términos, el conocimiento es una formulación de los hechos, los caracteres o las propiedades de los objetos que el sujeto realiza por el pensamiento al aprehender dichos objetos.

2.4. Función del lenguaje en el conocimiento

Estos conocimientos, entendidos como resultado, producto o contenido significativo, sí se pueden adquirir, acumular, transmitir y derivar unos de otros, pueden independizarse del sujeto y esto se hace posible gracias al lenguaje. Si el conocimiento resultado consiste en una formulación pensante de las características y elementos del objeto; esta formulación lo hace por medio del Lenguaje. Así ocurre no sólo cuando el sujeto comunica sus pensamientos a los demás, sino también cuando permanece concentrado en sí mismo. En ambos casos elaborar y fijar conocimientos equivale a usar el lenguaje. Gracias al lenguaje el sujeto hace fecundo su acto de conocer, tanto para sí mismo como para los otros sujetos. El lenguaje permite objetivar el pensamiento, es decir, separarlo del acto interior, fijarlo y comunicarlo a los demás.

Lo que importa a la teoría del conocimiento es el conocimiento, como contenido o como resultado, y no el acto de conocer, el cual sería materia de otras disciplinas como la psicología, fisiología etc. Así también comprendemos por qué todas las ciencias tratan de mejorar o elaborar su propio lenguaje. La razón es simple: hablar de proposiciones, enunciados,

fórmulas matemáticas etc, que son todas formas de lenguaje, es hablar de conocimiento resultado y contenido significativo. Este contenido es lo que más importa porque a él y no a los actos es que se les aplica los calificativos de verdadero o falso. Por esta razón la Lógica moderna concentra sus investigaciones en el lenguaje, permitiendo a la ciencia cada vez más el uso de los lenguajes formalizados, apropiados para traducir de manera precisa y rigurosa todas las complejidades del mundo objetivo.

2.5. La formación del conocimiento

¿Cómo se forma el conocimiento? Es una pregunta profunda que interroga acerca del origen del conocimiento. En otros términos: en qué fase obtenemos un auténtico conocimiento? Pregunta filosófica que atenderemos luego, pero podemos hacer un bosquejo anticipado donde intervengan todas las fases. Así por ejemplo, si formulamos el juicio: "el sol calienta la piedra", lo hacemos con base en ciertas percepciones. Vemos como el sol ilumina la piedra, y tocándola constatamos que se calienta. Para formular este juicio nos apoyamos pues, en los datos de nuestros sentidos -la vista y el tacto- o sea en la experiencia. Pero nuestro juicio presenta un elemento que no está contenido en la experiencia, pues no dice meramente que el sol ilumina la piedra y que ésta se calienta, sino que afirma, implícitamente, que entre estos dos procesos existe una conexión íntima causal, es decir, podemos observar el sol, la piedra y tocarla; la experiencia nos revela que un proceso sigue al otro; pero, la relación entre ambos, (que uno es causa del otro) no la observo sino que la extraigo del pensamiento. El juicio "el sol calienta la piedra" presenta, según esto, dos elementos: uno procede de la experiencia; el otro, del pensamiento. La figura adjunta (fig. 2.2) muestra los elementos que intervienen en la formación del conocimiento, pero, cuál de estos dos factores es decisivo? ¿Se apoya la conciencia cognoscente, en la experiencia o en el pensamiento? ¿De cuál de las dos fuentes de conocimiento saca sus contenidos?

La cuestión del origen del conocimiento humano puede analizarse desde varias concepciones que se analizará posteriormente.

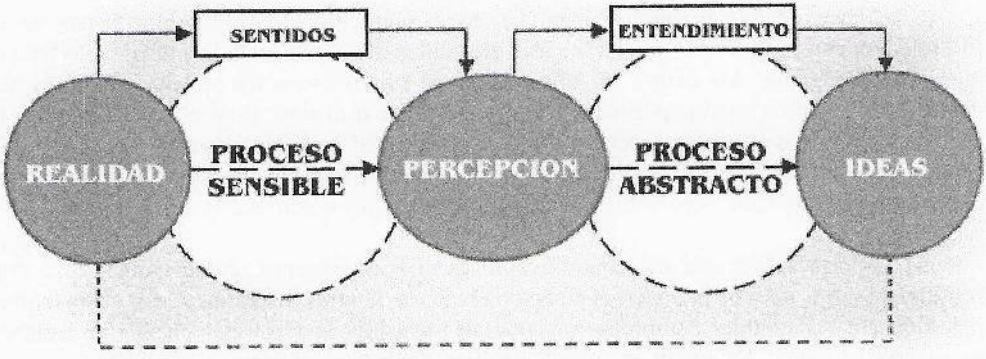


Fig N°2.2. La formación del conocimiento

2.6. Formas del conocimiento

Mediante el conocimiento, el hombre penetra las diversas áreas de la realidad para tomar posesión de ella, y la propia realidad presenta niveles y estructuras diferentes en su constitución. Esta complejidad de lo real, objeto del conocimiento, dictará necesariamente formas diferentes de apropiación por parte del sujeto cognoscente; estas formas darán los diversos niveles del conocimiento según el grado de penetración de éste y la consiguiente posesión de la realidad en el área o estructura considerada. Al ocuparse del hombre, por ejemplo, puede considerárselo en su aspecto externo y aparente, según el dictamen del buen sentido o la experiencia diaria. Se le puede estudiar con espíritu más serio, investigando experimentalmente las relaciones (existentes) entre ciertos órganos y sus funciones. Se puede también indagar en cuanto a su origen, su libertad y su destino. Lo anterior da lugar a cuatro niveles de conocimiento sobre la misma realidad, el hombre. Tratamiento idéntico puede darse a otros objetos de conocimiento, por ejemplo, de la naturaleza.
Se diferencian entonces según el caso los niveles: empírico, científico, filosófico y teológico del conocimiento.

Conocimiento empírico

Se le llama también "vulgar" o "popular" y se obtiene por azar, luego de innumerables tentativas cotidianas. Es ametódico y asistemático. Permite al hombre conducirse en la vida diaria, en el trabajo, en el trato con los amigos y en general manejar los asuntos de rutina. Una característica de este conocimiento es el ser indispensable para el comportamiento diario y por lo mismo a él recurren todos por igual: cineastas, burócratas, voceadores de productos, biólogos, artistas, etc. El conocimiento vulgar no es teórico sino práctico; no intenta lograr explicaciones racionales; le interesa la utilidad que pueda prestar antes que descifrar la realidad. Es propio del hombre común, sin formación, pero con conocimiento del mundo material exterior en el cual se halla inserto. En cuanto al alcance, lo único real es lo que se percibe; lo demás no interesa.

A través del conocimiento empírico el hombre común conoce los hechos y su orden aparente y surte respuestas (explicaciones) concernientes a las razones de ser de las cosas, pero muy pocas preguntas acerca de las mismas; todo ello logrado por experiencias cumplidas al azar, sin método, y al calor de las circunstancias de la vida, por su propio esfuerzo o valido del saber de otros y de las tradiciones de la colectividad. Su fuente principal son los sentidos. Toda esta clase de conocimientos es lo que puede catalogarse también como "saberes".

Podría quizá catalogarse como subclases del conocimiento vulgar la superstición y la sabiduría popular.

Conocimiento científico.

Va más allá del empírico; por medio de él, trascendido al fenómeno, se conocen las causas y las leyes que lo rigen. Conocer, verdaderamente, es conocer por las causas; saber que un cuerpo abandonado a sí mismo cae, que el agua asciende en un tubo en el que se ha hecho vacío, etc. no constituye conocimiento científico; sólo lo será si se explican tales fenómenos relacionándolos con sus causas y con sus leyes. La diferencia que el conocimiento científico tiene con el conocimiento más o menos espontáneo que preside la vida cotidiana, "el mundo

del manipular", según Karel Kosic, es antes que nada el rigor que pretende imponer a su pensamiento. El conocimiento científico elabora y utiliza conceptos, desterrando así las ambigüedades del lenguaje cotidiano.

El conocimiento científico es objetivo, racional, sistemático, general, falible, metódico. Además, son sus características el desinterés y el espíritu crítico. Es rasgo esencial del conocimiento científico su afán de demostración. La ciencia y el pensamiento científico no toleran las afirmaciones gratuitas. Una afirmación -cualquiera que sea- sólo alcanza rango científico cuando es fundamentada.

Ahora bien, entre los muchos rasgos que describen al conocimiento científico es esencial el que éste resulta de una definida combinación entre componentes teóricos y componentes empíricos, entre "lo endógeno" y "lo exógeno". De otra parte, lo específico del conocimiento científico puede ser nombrado con el término tradicional de "explicación científica", ya que todo producto que se reconozca como "conocimiento científico" debe cumplir como requisito fundamental que culmine en una "explicación científica", o que realice algunas de sus fases preliminares.

DIFERENCIAS ENTRE CONOCIMIENTO ORDINARIO Y CIENTÍFICO

Conocimiento Científico	Conocimiento Ordinario
1.- Es objetivo	**1.-** Es objetivo en menor grado
2.- Es riguroso exacto	**2.-** No es riguroso ni exacto (Es espontáneo)
3.- Es sistemático: Toda ciencia es producto de teorías, leyes principios que explican los hechos que se observan.	**3.-** No es sistemático: No tiene teoría que las respaldan. No pueden explicar los hechos pero son útiles para la vida diaria.
4.- Es metódico: Todos sus problemas los plantea formulando hipótesis.	**4.-** No es metódico.
5.- Es consistente: Excluye y busca excluir toda contradicción posible.	**5.-** No es consistente: Es difícil encontrar contradicciones para poder excluirlas porque no necesitan de sistema científico.
6.- Es el resultado de toda investigación científica, probada, verificada y contrastada.	**6.-** Es el resultado de la experiencia común o de la vida cotidiana.

Fig. 2.3 Diferencias entre conocimiento ordinario y científico

Conocimiento filosófico

Se distingue del científico por el objeto y por el método. El objeto de la filosofía son las realidades inmediatas no perceptibles por los sentidos (suprasensibles), que traspasan la experiencia (método racional). Se parte de lo concreto material hacia lo concreto supramaterial; de lo particular a lo universal. El conocimiento filosófico es un interrogar, un continuo cuestionar sobre sí y sobre la realidad. No es algo hecho, acabado. Es una búsqueda constante de sentido, de justificación, de posibilidades, de interpretación al respecto de todo aquello que rodea al hombre y sobre el hombre mismo, en su existencia concreta. La esencia de la filosofía es la búsqueda del saber y no su posesión.

El conocimiento filosófico procura comprender la realidad en su contexto más universal. No da soluciones definitivas para un gran número de interrogantes, pero habilita al hombre en el uso de sus facultades para ver mejor el sentido de la vida concreta. En el campo del conocimiento filosófico siempre estarán en juego las categorías de esencia, universalidad, necesidad, fundamental, etc,

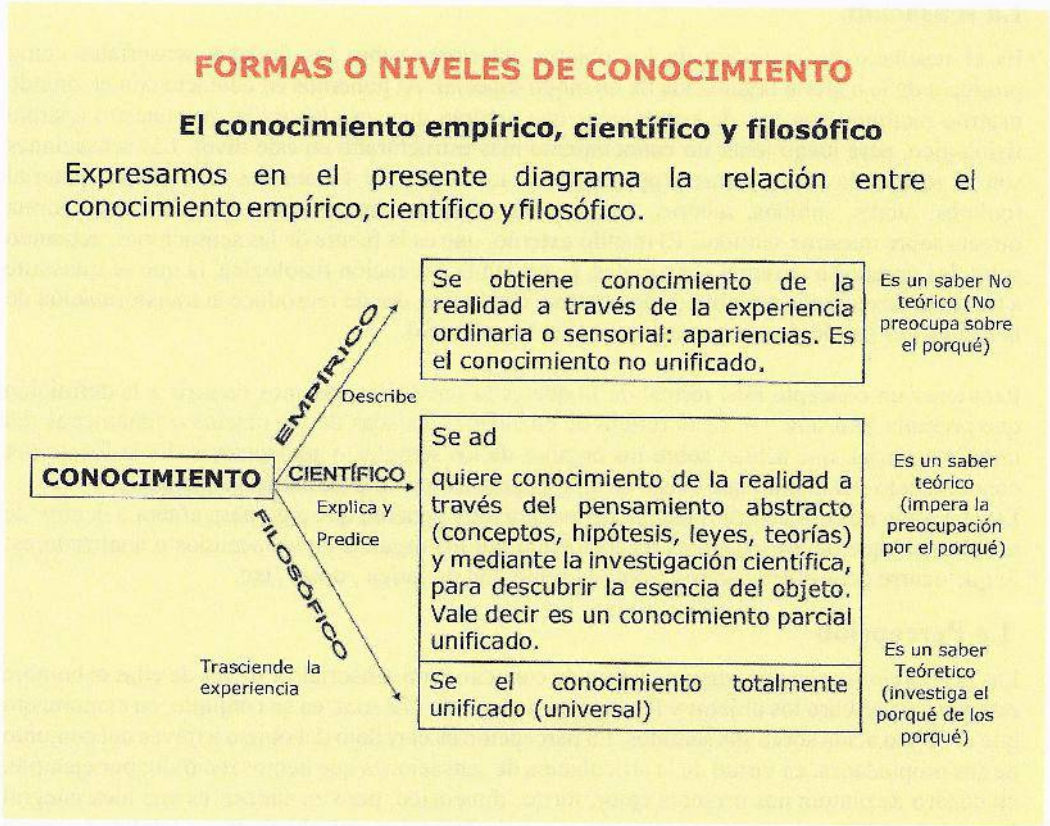


Fig. 2.4 Formas de conocimiento

2.7. Fases y niveles del conocimiento

El conocimiento humano se presenta en dos niveles o fases que, aunque diferenciadas, forman una unidad indisoluble, compleja y articulada; son la fase *sensorial* y la *racional.*

A. Fase sensorial. Es el primer nivel del conocimiento y consiste en captar un objeto o las propiedades externas por medio de los sentidos. Los sentidos son el canal que comunica al hombre con su mundo exterior y a través de ellos él entra en contacto con la naturaleza, tal es el caso de las imágenes captadas por medio de la vista; gracias a ella podemos almacenar en nuestra mente las imágenes de las cosas, con color, figura y dimensiones. Los ojos y los oídos son los principales sentidos utilizados por el ser humano. Sin embargo, los órganos de los sentidos son limitados y por ello el hombre inventa aparatos técnicos que le permiten superar, al menos en parte, dichas limitaciones. Así por ejemplo, el telescopio permite ver los objetos en la lejanía, el microscopio permite sondear el casi invisible microcosmos, el sismógrafo permite detectar movimientos aparentemente imperceptibles para el hombre. El nivel sensorial es la infraestructura del conocimiento. Si no percibiéramos sensorialmente el mundo, nada podría conocerse de él. Este nivel a su vez consta de tres etapas: La sensación, percepción y la representación.

La sensación.

Es el resultado de la acción de los objetos exteriores sobre los órganos sensoriales como producto de la materia organizada de un modo especial. Al ponernos en contacto con el mundo externo recibimos un haz de sensaciones que tendrán que ser elaboradas por nuestro aparato fisiológico, para luego tener un conocimiento más estructurado en este nivel. Las sensaciones son el reflejo de las distintas propiedades de los objetos y fenómenos del mundo material (colores, olores, sonidos, sabores, temperaturas, formas, dimensiones) que actúan en forma directa sobre nuestros sentidos. El mundo externo, que es la fuente de las sensaciones, actuando sobre los órganos o sistemas sensoriales, provocan la excitación fisiológica, la que se transmite a través de los nervios sensitivos a los centros cerebrales, donde reproduce la transformación de la excitación fisiológica en sensación (un hecho psíquico).

Para tener un concepto más formal de lo que es la sensación podemos recurrir a la definición que presenta Smirnov : — Es el reflejo de cualidades aisladas de los objetos o fenómenos del mundo material, que actúan sobre los órganos de los sentidos o analizadores. Es la fuente del conocimiento del mundo que existe en sí, independientemente de nuestra conciencia‖
La sensación nos ofrece información, de manera muy general, que algo pasa afuera o dentro de nosotros, lo que ocurre afuera es recepcionado por los órganos de los sentidos o analizadores; lo que ocurre dentro de nosotros, como la sensación de fatiga , dolor , etc.

La Percepción

Las *percepciones* son una segunda forma de conocimiento sensorial. A través de ellas el hombre refleja en su cerebro los objetos y fenómenos del mundo material, en su conjunto, en el momento que el objeto actúa sobre sus sentidos. La percepción es el reflejo del objeto a través del conjunto de sus propiedades, en virtud de la articulación de sensaciones que hemos recibido; por ejemplo, un cuadro de pintura nos presenta color, forma, dimensión, pero en síntesis es una idea integral la que percibimos al observar el cuadro. Es la información del objeto en su totalidad , como cierto conjunto de propiedades, cada una de las cuales se refleja

en la sensación. Por ejemplo: cuando observo una mesa me pueden llegar un haz de sensaciones: color, dureza, tamaño etc. pero esto por sí sólo no me permite percibir en forma integrada a la mesa como un todo. En la percepción la aprehensión de la realidad es global; la percepción constituye el conocimiento mismo a nivel senso-perceptivo. La percepción es el acto de conocer e interpretar sensaciones. La unión de sensaciones, conformando verdaderos complejos cognoscitivos da lugar a una percepción.

La captación de la percepción es unitaria, total o global e integrada. Respecto al conocimiento primero es la percepción porque en su calidad de todo, contiene o representa una primera fase del conocimiento.

La Representación

Es la reproducción de la imagen senso-perceptiva en ausencia del objeto. Esta reproducción se realiza en la memoria, sin el objeto ante nosotros. Es una forma más compleja de imagen sensorial. Prescindiendo de algunos datos secundarios de los representados, conservan lo más importante, así mismo conservan la forma sensible de la imagen del objeto. Cuando la representación reproduce algo significa que retrotrae lo pasado, lo cual es imposible en la sensación que opera en presente o presencia inmediata, directa de las cosas. Por ejemplo, con la imaginación es posible formar la imagen de la mesa que no tenemos ante nosotros.

B. Fase racional o pensamiento

El conocimiento surge en este caso como resultado de la capacidad de inferencia lógica propia del hombre; es el razonar, no es el percibir. Es la posibilidad de romper las barreras de la experiencia directa y llegar a la razón. A las formas de conocimiento racional, o pensamiento, está ligada la capacidad de inducción y deducción del hombre. Es éste, el segundo nivel intelectivo, racional, abstracto que no solamente capta los aspectos exteriores de los objetos, sino que trata de penetrar en la esencia del fenómeno; de conocer más a fondo las leyes de la naturaleza. Sin el nivel lógico del conocimiento sería imposible explicar la posibilidad de un conocimiento completo de la realidad. El nivel lógico comprende tres elementos secuenciales: el concepto, el juicio y el razonamiento

El Concepto

El *concepto,* es la cognición generalizada de la realidad; de éste puede decirse que no es más que la abstracción de lo general, la separación de los rasgos esenciales de los objetos y fenómenos, entre el conjunto de sus propiedades generales. Ejemplo: el concepto del hombre, que no es otra cosa que su definición, nos conduce a pensar sus propiedades esenciales, las de estar dotado de la facultad de pensamiento y la de ser capaz de realizar la transformación conciente del mundo. Para definir hombre hemos separado todas las demás propiedades que, aunque poseídas por él, no lo diferencian de otras especies. El concepto es el primer escalón del nivel lógico, es el reflejo de las cualidades generales y esenciales de los objetos y fenómenos del mundo exterior en la mente humana. No refleja los aspectos externos de las cosas, tampoco sus facetas aisladas, sólo capta la esencia del fenómeno.

Al igual que las sensaciones y representaciones, los conceptos son imágenes subjetivas del mundo objetivo, con la diferencia de que las sensaciones y representaciones son imágenes

sensibles de las cosas, en tanto, los conceptos son imágenes lógicas o intelectuales de tales objetos.

Los conceptos se expresan a través del lenguaje mediante *La definición.* Así por ejemplo podemos tener múltiples representaciones de lo que es un triangulo: rectángulo, isósceles, escaleno, triangulo pequeño, grande etc. pero el concepto de triángulo es único quedando especificado por la siguiente definición: Triangulo es toda figura geométrica formada por la intersección de tres líneas rectas. Esta definición es conceptual y es una construcción del intelecto que abstrae lo esencial. Lo mismo sucede con el concepto de hombre, pues nadie ha visto un hombre conceptual sino diversos tipos de hombres.

Concluyendo: Para la construcción de un concepto se debe pasar por la abstracción, la generalización hasta alcanzar lo esencial de las cosas o hechos. La definición trata de expresar esa abstracción a través del lenguaje.

Los Juicios

El *juicio,* aparece como la posibilidad de comparar lo pensado con lo real. Un juicio es un pensamiento que afirma o niega algo de un objeto o fenómeno de la realidad y que puede ser calificable como verdadero o falso.

Los juicios son construidos a partir de conceptos que nos sirven para representar el mundo; así por ejemplo, el juicio: "Los animales asimilan la energía solar mediante el metabolismo", es en primer lugar un pensamiento del cual podemos afirmar su falsedad o veracidad; por eso es un juicio. En segundo lugar, dicho juicio se construye a base de una serie de conceptos como: "animales", "asimilar", "energía solar", "metabolismo", etc. La articulación de estos conceptos permite la formulación del juicio anterior. Así pues, el juicio es segundo escalón del nivel lógico, racional del conocimiento, es un acto mental en el que se afirma o se niega algo de algún hecho, objeto o fenómeno de la realidad.

Se debe tener en cuenta que si bien el juicio es la reunión de conceptos, éstos no pueden ser formulados sin ayuda de los juicios. Todo juicio es una forma de pensar que representa una determinada conexión de conceptos y refleja los nexos y relaciones de los objetos. Los juicios se expresan mediante proposiciones. Así, cuando decimos —La tierra es un planetal estamos enunciando una proposición que da lugar a su afirmación o negación. En cambio, cuando nos dirigimos a una persona y preguntamos ¿cómo te encuentras? estamos usando una expresión interrogativa que no afirma ni niega; lo mismo sucede con las expresiones de exclamación. En la expresión semántica de un juicio siempre se observan tres elementos: sujeto , predicado y cópula. El sujeto (la tierra) es el objeto del juicio. El predicado (un planeta) lo que se afirma o se niega del objeto. La cópula(es) expresa que la afirmación o negación efectuada por el predicado corresponde o no al sujeto

El Razonamiento

El *razonamiento,* tercera forma de pensamiento, permite al hombre deducir de un determinado conocimiento, otro u otros, sin que medie la percepción. Es la operación discursiva por medio de la cual obtenemos un conocimiento nuevo, inferido partiendo de otro conocimiento ya establecido. El raciocinio, inferencia o deducción, es el paso de la verdad de una o varias

proposiciones a la verdad de otra proposición, sin él no estaríamos en condiciones de conocer los fenómenos, ni los procesos que no se pueden captar a través de los órganos sensoriales. Afirmamos: "donde hubo fuego, cenizas quedan"; si un objeto es igual a un segundo objeto y éste, a su vez, igual a un tercero, podemos inferir (razonar) que el primer objeto es igual al tercero. La investigación científica precisa de procesos de inferencia y razonamiento complejos únicos en el hombre. Razonar es (o exige) desarrollar nuestras ideas y opiniones, saber defenderlas y argumentarlas. También exige entender lo que otros proponen, saber analizarlas y valorarlas; en todo ello está comprometida nuestra capacidad de razonar. Exponer razones a favor o en contra de algo es argumentar. En el discurso argumentativo, además de afirmar o negar algo, damos las razones que nos llevan a poder mantener tal declaración. Un argumento no es más que un razonamiento. Una persona proporciona un razonamiento cuando apoya cierta afirmación (o cierta negación) que hace en determinados "datos" o "puntos de partida"; éstos se pueden formular en oraciones llamadas *enunciados,* que pueden ser verdaderos o falsos. Estos enunciados de partida son lo que se llama *premisas* del razonamiento o argumento, y el enunciado que se pretende apoyar con las premisas es lo que se denomina *conclusión* o inferencia.

En resumen: Los conceptos son considerados como células básicas del pensamiento científico inseparables de los juicios, pues el contenido de todo concepto se revela únicamente con la ayuda de los juicios que adquieren la forma de definiciones suyas. Los juicios a su vez, contienen conceptos como elementos necesarios. Los razonamientos o deducciones unen entre sí tanto los conceptos como los juicios. Por otro lado, la principal diferencia entre el nivel sensible y lógico del conocimiento reside en la singularidad y universalidad que caracteriza a ambos. El conocimiento sensible es singular y el racional es universal. Por ejemplo, puedo ver y mantener la imagen de mi padre; esto es conocimiento sensible, singular. Pero además, puedo tener el concepto de padre, que abarca a todos los padres; es universal. El concepto de padre ya no tiene color o dimensiones; es abstracto. La imagen de padre es singular, representa a una persona con dimensiones y figura concretas, sólo se aplica al que tengo en frente. En cambio, el concepto de padre se aplica a todos los padres. Por esto decimos que la imagen es singular y el concepto es universal.

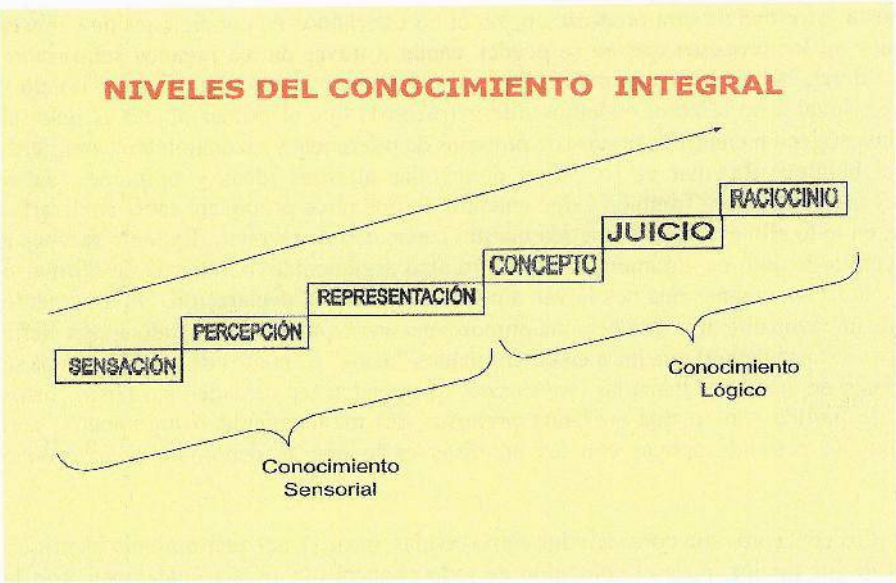


Fig. 2.5. Niveles del conocimiento

2.8. ¿Existe otra fase o nivel de conocimiento?

Algunos filósofos consideran un tercer nivel del conocimiento denominado ***Conocimiento holístico*** (también llamado *intuitivo*, con el riesgo de muchas confusiones, dado que la palabra intuición se ha utilizado hasta para hablar de premoniciones y corazonadas). En este nivel tampoco hay colores, dimensiones ni estructuras universales como es el caso del conocimiento conceptual. Intuir un objeto significa captarlo dentro de un amplio contexto, como elemento de una totalidad, sin estructuras ni límites definidos con claridad. La palabra holístico se refiere a esta totalidad percibida en el momento de la intuición (holos significa totalidad en griego). La principal diferencia entre el conocimiento holístico y conceptual reside en las estructuras. El primero carece de estructuras, o por lo menos, tiende a prescindir de ellas. El concepto, en cambio, es un conocimiento estructurado. Debido a esto, lo percibido a nivel intuitivo no se puede definir, (definir es delimitar), se capta como un elemento de una totalidad, se tiene una vivencia de una presencia, pero sin poder expresarla adecuadamente. Aquí está también la raíz de la dificultad para dar ejemplos concretos de este conocimiento. Intuir un valor, por ejemplo, es tener la vivencia o presencia de ese valor y apreciarlo como tal, pero con una escasa probabilidad de poder expresarla y comunicarla a los demás. La captación de valores nos ofrece el mejor ejemplo de conocimiento holístico. Podemos ver a un ser humano enfrente de nosotros (esto es un conocimiento sensible o de primer nivel). Podemos captar el concepto de hombre y definirlo (esto es un conocimiento conceptual o de segundo nivel). Pero además, podemos vislumbrar el valor de este hombre en concreto dentro de su familia. Percibimos su valor y lo apreciamos. Esto es un conocimiento holístico.

La experiencia estética nos proporciona otro ejemplo de conocimiento holístico. Percibir la belleza de una obra de arte significa captar ese objeto sin estructuras, sin conceptos,

simplemente deteniéndose en la armonía, congruencias y afinidades con el propio sujeto. Debido a esto, la experiencia estética se puede denominar también conocimiento por connaturalidad.

2.9. Los problemas filosóficos del conocimiento humano

Como nuestro conocimiento es conocimiento de objetos, de cosas que parecen existir independientemente de nosotros, se trata de averiguar, si es posible alcanzar a conocerlos en realidad, o bien si existen por el contrario ***límites*** para dicho conocimiento. Otra cuestión es en lo que se refiere al ***origen,*** o sea a la fuente de nuestro conocer. ¿Deriva el conocimiento de nuestra experiencia o se origina en la razón? Una tercera cuestión se refiere a la ***esencia*** del conocimiento. Se trata de la relación del sujeto y el objeto. ¿Existe realmente el objeto, o es, por el contrario, el sujeto quien determina al objeto?
Un cuarto problema es el que se plantea respecto a las ***formas*** del conocimiento ¿Además del conocimiento racional, hay otra clase de conocimiento, un conocimiento, opuesto a él?

Por último se plantea el criterio de la verdad. Se trata de tener un signo que nos diga, en un caso concreto, si un conocimiento que poseemos es verdadero o no.
El Problema del conocimiento se divide, pues, de acuerdo con Hessen en cinco problemas parciales. Esto cinco problemas son:

1° Sobre la posibilidad del conocimiento humano
2° Sobre el origen del conocimiento
3° Sobre la esencia del conocimiento
4° Sobre las formas del conocimiento
5° Sobre el criterio de verdad

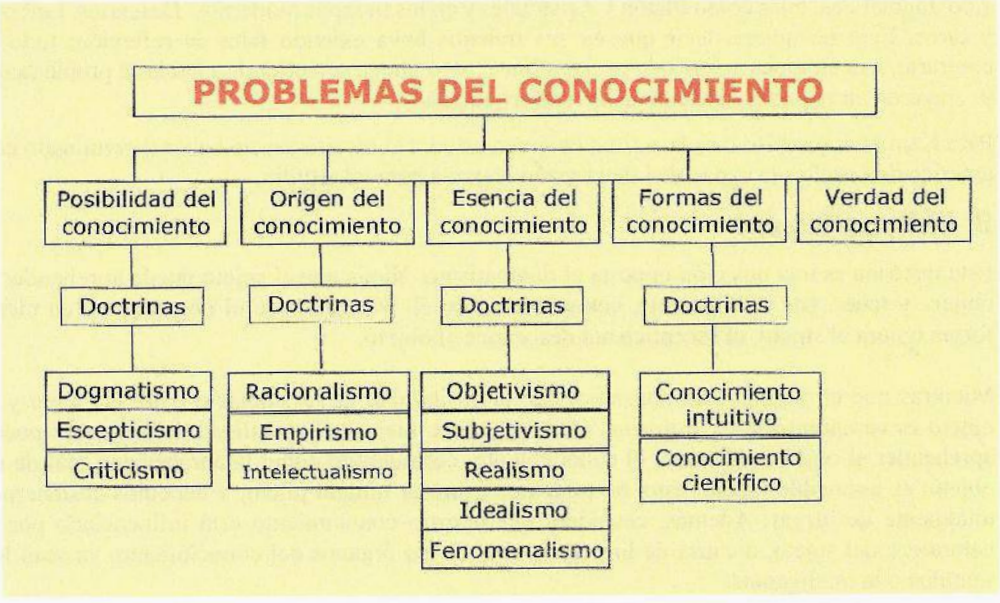


Fig. 2.6. Doctrinas sobre los problemas del conocimiento humano

SOBRE LA POSIBILIDAD DEL CONOCIMIENTO

En este problema se trata de saber si es posible conocer algo y, además, si este conocimiento tiene algún valor. Para resolver esta cuestión se han emitido diversas soluciones, siendo las principales las siguientes:

A.- El Dogmatismo.

El **dogmatismo** es una corriente filosófica que postula la creencia, de que el mundo que nos rodea es exactamente igual a la forma como lo percibimos. Es una actitud natural y espontánea que tenemos los seres humanos desde que empezamos a tener contacto con el mundo externo.

Esta posición considera que el contacto entre el sujeto y el objeto es real; opinión que se apoya en la confianza ilimitada de la razón humana. Para esta doctrina nuestro saber no tiene límites y considera que tanto los objetos de la percepción como los del pensamiento, y, asimismo los valores, pueden ser obtenidos directamente, sin ninguna deformación. El espíritu es capaz de conocer la realidad tal cual es.

Esta doctrina, haciendo derivar el pensamiento del ser, presupone la supremacía del objeto respecto al sujeto, de la realidad de las ideas, de la naturaleza del espíritu.

El dogmatismo es una especie de fundamentalismo intelectual. Los dogmas expresan verdades ciertas, indudables que no son sujetas a cualquier tipo de revisión o crítica.
El dogmático no ve que el conocimiento es sólo una relación entre el sujeto y objeto; supone absolutamente la posibilidad y realidad del contacto entre ambos. No se preocupa por examinar el poder cognoscitivo de la razón; esta actitud se fundamenta en una confianza total en la razón humana, confianza que aún no es debilitada por la duda. Muchos filósofos de la antigüedad han sido dogmáticos, tales como Platón y Aristóteles y en los tiempos modernos: Descartes, Leibnitz y otros. Esto no quiere decir que en sus trabajos haya existido falta de reflexión; todo lo contrario, han sido pensadores de primera línea, pero nunca sometieron a juicio la propia razón y creyeron en el poder ilimitado de la razón humana.

Para Kant el dogmatismo es la actitud de quien estudia la metafísica sin haber determinado con anterioridad cuál es la capacidad de la razón humana para tal estudio.

B. El Escepticismo.

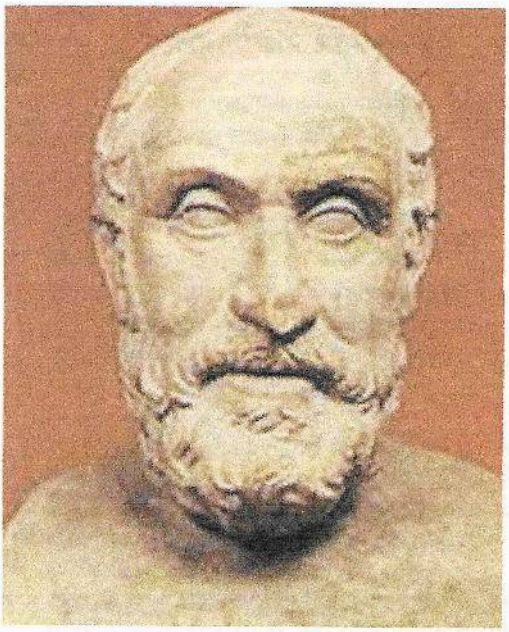
Esta doctrina es una posición opuesta al dogmatismo. Niega que el sujeto pueda aprehender al objeto, y tener, por consiguiente, conocimiento de él. Mientras que el dogmatismo en cierta forma ignora al sujeto, el escepticismo desconoce al objeto.

Mientras que el dogmatismo considera que la posibilidad de un contacto entre el sujeto y el objeto es comprensible en sí misma, el escepticismo niega tal posibilidad. El sujeto no puede aprehender al objeto; por tanto, el conocimiento, considerado como la aprehensión real de un objeto, es imposible. Según esto, no podemos expresar ningún juicio, y debemos abstenernos totalmente de juzgar. Además, considera que nuestro conocimiento está influenciado por la naturaleza del sujeto, a causa de limitado poder de los órganos del conocimiento, ya sean los sentidos o la inteligencia.

El escepticismo se puede hallar, principalmente, en la antigüedad. Su fundador fue ***Pirrón de Elis*** (360 a.c- 270 a.c). Es el representante del escepticismo radical. Niega que las cosas puedan ser accesibles, tanto a los sentidos como a la razón. El escepticismo más moderado es el que representan ***Arquesilao*** (316-241) y ***Carnéades de Cirene*** (214-129).

Los escépticos no creían en una verdad objetiva, porque para ellos todo era subjetivo, dependía del sujeto y no del objeto

Según estos filósofos no podemos alcanzar conocimientos seguros, porque no sabemos si nuestros juicios concuerdan con la realidad.



Pirrón de Elis
(360 de C. - id., h. 270 a. de C.)
Filósofo griego, fundó una escuela en la que transmitió sus teorías oralmente, y que fue el origen del llamado pirronismo o escepticismo. Consideraba que la filosofía debía conducir a la ataraxia, es decir, la impasibilidad, indiferencia o abstención, como ideal ético. El escéptico se muestra extraño a toda verdad dado que es imposible alcanzar una certeza absoluta. Sus enseñanzas fueron transmitidas por su discípulo Timón.
Pirrón estaba en contra del pensamiento dogmático. No dejó nada escrito, pero a él se le atribuyen frases como:
1.-Nunca llegarás a conocer la verdad. 2.-No digas "Así es", sino:
"Me parece que es".
3.-La diversidad de opinión existe entre sabios igual que entre ignorantes. .

Se debe diferenciar el escepticismo como doctrina filosófica del **escepticismo científico** (o **escepticismo racional**) es una posición práctica, filosófica, científica y epistemológica, en la que se cuestiona a las pseudociencias y, en general, la veracidad de las afirmaciones que carecen de evidencia empírica suficiente. En la práctica, esta posición suele aplicarse al examen de afirmaciones y teorías que van en contra del razonamiento lógico y del método científico. El escepticismo científico se basa en el pensamiento crítico y se opone a afirmaciones que carezcan de evidencia empírica verificable y contrastada.

C. El Criticismo.

Existe una tercera postura intermedia entre el dogmatismo que tiene una fe ciega en la razón y el escepticismo, que niega toda posibilidad de conocimiento verdadero. Esta posición es el ***criticismo.*** (de Krinein= examinar).

Fundador de esta doctrina es *Inmanuel Kant* (1724-1804), quien considera que no es posible el conocimiento del mundo real. Todo lo que percibimos del mundo externo lo hacemos a través de los sentidos, que operan como filtros hasta llegar a nuestra mente, y no hay razón lógica para suponer que esos órganos sensoriales nos muestren el mundo externo, tal y como es en sí. En otros términos, la cosa en sí, que él llamaba el *"noumeno"*, no es asequible por la experiencia. El mundo real de las cosas en sí es un mundo cerrado, al cual podemos acercarnos, pero nunca penetrar en él porque nos separa una barrera infranqueable que es nuestra propia estructura psíquica. Lo único que conocemos del mundo son las representaciones, las meras apariencias de los objetos, es decir, los -fenómenos‖ que nuestra inteligencia ordena en el espacio y en el tiempo.

Según Kant, es posible el conocimiento, pero éste se reduce únicamente al mundo de los fenómenos, pero lo que no podemos conocer es la realidad como es en sí misma. Sólo conocemos la realidad en la forma como se nos aparece, es decir, en su aspecto formal.

Al igual que el dogmatismo, el criticismo admite una confianza fundamental en la razón humana. El criticismo está convencido de que es posible el conocimiento de que existe la verdad, pero en la esfera del mundo fenoménico.

SOBRE EL ORIGEN DEL CONOCIMIENTO.

Este problema se refiere a las fuentes de donde se deriva el conocimiento. Si tenemos realmente conocimiento, cuáles son las vías que nos llevan a su posesión, cuáles son sus fuentes. ¿Es la experiencia, es la razón, o son ambos factores los que colaboran en determinada medida para nuestro conocer?

Por ejemplo: el conocimiento formulado en el juicio siguiente. -el calor dilata los cuerpos‖ ¿Cómo hemos llegado a este conocimiento? Es indudable que se fundamenta en dos percepciones. Primero hemos visto que el fuego calienta los cuerpos y luego midiéndolos hemos visto que su volumen ha cambiado. Sin embargo, hemos concluido que un fenómeno es el resultado de otro, que uno es causa del otro. -*La causa no es percibida"* -no‖ es suministrada por nuestros sentidos. Es el fruto de nuestra inteligencia. Por consiguiente, en este conocimiento debemos reconocer dos factores; uno suministrado por la experiencia y otro suministrado por el pensamiento. La cuestión consiste en averiguar cuál de estos dos factores es el más decisivo o importante para nuestro saber. A este respecto se han ofrecido cuatro soluciones: a) El Racionalismo b) El empirismo c) El Intelectualismo y d) El apriorismo.

a. El Racionalismo.

Se denomina racionalismo a la doctrina epistemológica que sostiene que la causa principal del conocimiento reside en el pensamiento, en la razón. Afirma que un conocimiento sólo es realmente tal, cuando posee necesidad lógica y validez universal. El planteamiento más antiguo del racionalismo aparece en Platón. Él tiene la íntima convicción de que el conocimiento verdadero debe distinguirse por la posesión de las notas de la necesidad lógica y de la validez universal. Afirma que el único conocimiento verdadero y seguro es el racional,

mientras que el conocimiento fundado en los sentidos es oscuro e incierto. A base de los sentidos podemos formarnos una mera opinión (doxa).

La razón en cambio, es capaz de suministrarnos un saber cierto. (episteme)
Esta clase de conocimientos es la que nos suministra, con sus axiomas y postulados, la *matemática y la Lógica*, ciencias fundadas en la razón y sobre la cual no tiene acción la experiencia.

Algunos representantes del Racionalismo:
Descartes: (partidario de las ideas innatas)
Es evidente, dice que un cuerpo, no puede actuar sobre un espíritu para producir una idea, pues cuerpo y espíritu son sustancias radicalmente diversas (res extensa y res cogitans). En la experiencia no se presentan expresamente ciertos objetos que son concebidos por la inteligencia (una recta, un triángulo perfecto, como los de geometría)
Leibniz: (aporta más pruebas al innatismo)
No sólo el cuerpo puede obrar sobre el espíritu, sino que ninguna sustancia puede obrar sobre otra. La inteligencia es innata a sí misma, y sólo necesita reflexionar sobre sí para conocer el ser; el pensamiento, etc. La experiencia sólo proporciona casos particulares, nunca una verdad general. Nos presenta al hecho de que una cosa sea, no la necesidad de que sea.
Hegel:
-Todo lo real es racional, -Todo lo racional es real. La razón universal o idea, es el fondo mismo de todas las cosas. Siendo la culminación, del racionalismo, el pensamiento de Hegel, es también su disolución ya que sustituye el principio de no contradicción por el de identidad entre lo idéntico y lo no idéntico. En este sentido es también el máximo irracionalista. Los extremos se tocan.

Gottfried Wilhelm Leibniz, (1646 - 1716) fue un filósofo, matemático, jurista y político alemán. Fue uno de los grandes pensadores de los siglos XVII y XVIII, y se le reconoce como "El último genio universal". Realizó profundas e importantes contribuciones en las áreas de metafísica, epistemología, lógica, matemática, donde se le atribuye el invento del cálculo diferencial e integral.
Junto con René Descartes y Baruch Spinoza, **es uno de los tres grandes racionalistas del siglo XVII.** Su filosofía se enlaza también con la tradición escolástica y anticipa la lógica moderna y la filosofía analítica

b. El Empirismo.

Frente a la tesis del racionalismo, que postula que el pensamiento, la razón, es el único principio del conocimiento, el empirismo (del griego Empereimía = experiencia) opone la antítesis: la única causa del conocimiento humano es la experiencia. Según el empirismo, no

existe un patrimonio a priori de la razón. La conciencia cognoscente no obtiene sus conceptos de la razón, sino exclusivamente de la experiencia. En el espíritu humano no se pueden encontrar ideas y principios innatos a toda experiencia. El espíritu humano, por naturaleza, está desprovisto de todo conocimiento.

En apoyo de esta tesis los empiristas hacen notar que ni en la mente infantil, ni en la del hombre primitivo se dan ideas innatas. Todo lo contrario. El alma del niño comienza a despertar por la acción de los estímulos sobre los sentidos. La mente humana debe considerarse más bien como *una tabla rasa*, una hoja en blanco donde la experiencia va escribiendo sus propios signos. De esto resulta que es la experiencia, el único instrumento mediante el cual progresa nuestro conocimiento.

El racionalismo es guiado por la idea determinada, por el conocimiento ideal, mientras que el empirismo, se origina en los hechos concretos.

Los racionalistas casi siempre surgen de la matemática; los defensores del empirismo, según lo prueba su historia, frecuentemente vienen de las ciencias naturales. Esto se entiende sin esfuerzo. La experiencia es el factor determinante en las ciencias naturales. En ellas, lo más importante es la comprobación exacta de los hechos por medio de una cuidadosa observación. El investigador depende totalmente de la experiencia. Suelen distinguirse dos clases de experiencia: una interna y otra externa.
Los defensores más notables del empirismo lo encontramos en los tiempos modernos representados por los filósofos Ingleses: John Locke (1623-1704) y David Hume (1711-1776)

John Locke

(Agosto de 1632 - Octubre de 1704) fue un pensador inglés considerado **el padre del empirismo y del liberalismo moderno.**
Su epistemología (teoría del conocimiento) no cree en la existencia del innatismo y el determinismo considerando el conocimiento de origen sensorial. Para Locke, el conocimiento solamente alcanza a las relaciones entre los hechos, al cómo, no al por qué.
En su obra cumbre: *"Ensayo sobre el entendimiento humano"* insistía en la necesidad de prescindir de consideraciones *a priori* y, en oposición a René Descartes, **afirmaba que no existen conocimientos innatos y que sólo debe ser tenida en cuenta la experiencia.** La sensación, y la reflexión del espíritu sobre sus propias operaciones a partir de ideas de sensación, se fundamentan en la experiencia y en las ideas creadas por la percepción inmediata derivada de las excitaciones que provienen de los objetos.

El primero combate la teoría de las ideas innatas sosteniendo que todas nuestras ideas derivan, directa o indirectamente, de la experiencia. Para Hume todas las ideas se originan en las impresiones. El mismo principio de causa tiene para él su fundamento en la experiencia. Cuando vemos un hecho que sigue constantemente a otro, de manera tal que no podemos pensar en el primero sin esperar que se produzca el segundo, se forma en nosotros el hábito de asociar íntimamente los dos hechos entre sí.

c.El Intelectualismo

Esta dirección trata de conciliar el racionalismo con el empirismo. Considera que ambos factores participan en la producción del conocimiento. Con el racionalismo sostiene que hay juicios que tienen el carácter de necesidad y de universalidad, pero no admite que los elementos de estos juicios, es decir, los conceptos sean frutos a priori de la razón. Sostiene que estos conceptos derivan de la experiencia. Para el intelectualismo además de las representaciones sensibles, están los conceptos, que difieren de las representaciones pero que se originan en ellas. De esto resulta que la experiencia y el pensamiento, en colaboración, constituyen la base del conocimiento humano.

d. Apriorismo

En términos estrictos, el Apriorismo es la doctrina filosófica que defiende que se puede adquirir conocimiento acerca del mundo real sin recurrir para nada a algún tipo de experiencia. Según esta corriente el conocimiento se deriva de principios innatos autoevidentes absolutamente independientes de toda experiencia. En este sentido hay estrecha semejanza con el racionalismo.

En la historia de la Filosofía, el término Apriorismo, está identificado con el gran filósofo Alemán (antiguo reino de Prusia) : ***Inmanuel Kant****, (1724-1804) quien realizó* un gran esfuerzo por conciliar racionalismo y empirismo, introduciendo los famosos *conceptos a priori,* con que cuenta la razón humana para formar el conocimiento.

En su famosa obra*:* ***Crítica de la razón pura,*** considera que la razón y la experiencia son la causa del conocimiento. Esto se logra a través del intelecto, que con sus conceptos o formas puras o a priori, procesan la materia bruta de las sensaciones- que proporciona la experiencia- , para producir el conocimiento.

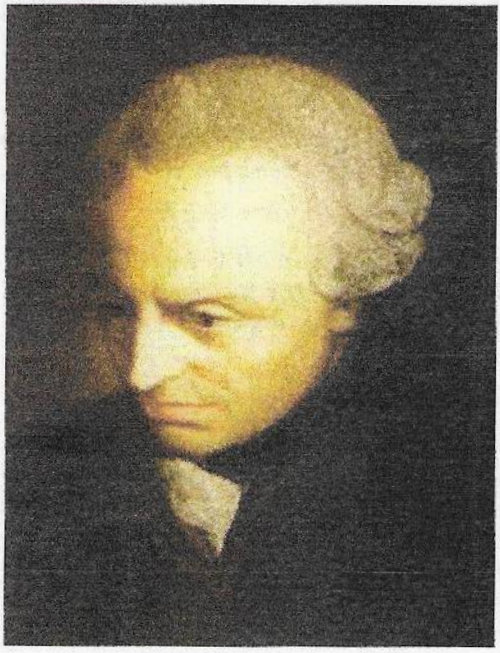
En la Introducción a la –*Crítica"* establece esta relación en estos términos:

"No se puede dudar que todos nuestros conocimientos comienzan con la experiencia, porque, en efecto, ¿Cómo habría de ejercitarse la facultad de conocer, si no fuera por los objetos, que exitando nuestros sentidos de una parte, producen por si mismo representaciones, y de otra, impulsan nuestra inteligencia a compararlas entre si, enlazarlas o separarlas, y de esta suerte componer la materia informe de las impresiones sensibles para formar ese conocimiento de las cosas que se llama experiencia?En el tiempo, pues, ninguno de nuestros conocimientos precede a la experiencia[...], Sin embargo no todos proceden de ella, pues bien podría suceder que nuestro conocimiento empírico fuera una composición de

lo que recibimos por las impresiones y de lo que aplicamos por nuestra facultad de conocer [...] [6]

Recapitulando:

1. El origen de todos nuestros conocimientos está en los sentidos. El espacio es la forma que aportamos para las representaciones externas. El tiempo es la forma pura que previamente aportamos tanto para lo externo como para lo interno.
2. Aparte de estas formas puras, la razón humana dispone de la facultad del entendimiento, conformadora espontánea con su bagaje de *categorías.*
3. Las intuiciones sensibles por sí mismas ysolas no engendran conocimiento: son ciegas.
4. Las intuiciones sensibles constituyen materia de conocimiento en tanto se someten a la conceptualización del entendimiento. Y a partir de allí opera nuestro aparato discursivo. La razón humana tiene en el conjunto de categorías su fuerza para concebir los objetos, pero siempre que haya un aflujo de fenómenos sobre los cuales ellas puedan actuar. Cuando tal cosa no ocurre, en el caso de los objetos denominados *"metafísicos"*, como Dios, el alma, el mundo, tal función del entendimiento deriva sin mucho sentido y cae en las llamadas antinomias, en que tanto puede demostrarse como verdadera una posición como la contraria.



Immanuel Kant

(Königsberg, Reino de Prusia, 1724 - 1804) fue un filósofo alemán, el primero y más importante representante del idealismo alemán, y es considerado como uno de los pensadores más influyentes de la Europa moderna y de la filosofía universal.

En la teoría del conocimiento, su filosofía se le conoce como -El idealismo trasendentall, expuesta fundamentalmente en su obra cumbre:

-la Crítica de la razón pura".

Una gran parte de la obra de Kant se refiere a la pregunta **"¿Qué podemos saber?"** La respuesta, si se puede decir, es que **nuestro conocimiento está limitado sólo al ámbito de la experiencia** Es imposible, Kant sostiene, ampliar los conocimientos al ámbito suprasensible de la metafísica especulativa.

No hay conocimiento fuera del ámbito empírico de espacio y tiempo.

[6]Para mayor información revisar la obra de KANT, INMANEL, *Crítica de la Razón Pura.* Introducción: *De la distinción del conocimiento puro del empirico*-pag.98 Ediciones ORBIS S.A 1984-Argentina

El Apriorismo se diferencia del intelectualismo porque establece una relación entre la razón y la experiencia, en una dirección diametralmente opuesta a la de éste. En la tendencia de apriorismo, se sostiene que nuestro conocimiento posee algunos elementos a priori, que son independientes de la experiencia- esta afirmación también pertenece al racionalismo- Si relacionáramos el intelectualismo y el apriorismo con los dos extremos contrarios entre los cuales pretenden mediar, inmediatamente descubriríamos que el intelectualismo tiene afinidad con el empirismo, mientras que el apriorismo, se acerca al racionalismo. El intelectualismo forma sus conceptos de la experiencia; el apriorismo rechaza tal conclusión y establece que el factor cognoscitivo procede de la razón y no de la experiencia.

SOBRE LA ESCENCIA DEL CONOCIMIENTO

Este problema se refiere a la realidad de nuestros conocimientos, a la realidad de la existencia del mundo exterior ¿ Lo que conocemos corresponde a una realidad objetiva o es pura ficción nuestra, meras ideas y representaciones que sólo existen en nosotros y por nosotros?. También a este problema se han dado diversas respuestas que se han agrupado en dos ordenes: 1°) Soluciones premetafísicas y 2°) soluciones metafísicas. Trataremos las segundas por ser de mayor relevancia.

a. El Realismo

Es la posición más antigua. Sostiene que hay cosas reales independiente de la conciencia. Nuestras percepciones y representaciones son fieles reflejos de las cosas. No hace una distinción entre la percepción y el objeto percibido. Cree que las cosas se nos ofrecen inmediatamente, en sí misma, tales como son. Esta postura, tal como se presenta corresponde a un *realismo ingenuo,* cuya influencia se advierte en la vida práctica.

Diferente de este modo de ver es el *realismo crítico*. Considera que las propiedades o cualidades de las cosas sólo existen en nuestra conciencia y surgen cuando determinados estímulos actúan sobre nuestros órganos sensoriales. Las percepciones sólo son fenómenos de nuestra conciencia, y dependen de la naturaleza de ésta.

b. El Idealismo

Esta doctrina sostiene la tesis de que no existen cosas reales independientemente de la conciencia que conoce. Un representante típico de esta corriente filosófica es *George Berkeley* quien sustenta que todas las cualidades de los cuerpos que percibimos son relativas a nosotros. Los cuerpos no son otra cosa que los contenidos de nuestra percepción. Una manzana, por ejemplo, no consiste más que un complejo de sensaciones visuales, olfativas, gustativas y táctiles. La existencia de las cosas consiste en su percepción; de alli la fórmula. ***"existir es ser percibido".***

De esto resulta que la única realidad son nuestras percepciones, nuestra conciencia con sus contenidos, por cuya razón se llama también a esta posición *Idealismo subjetivo.*

Una posición distinta la encontramos en el *idealismo objetivo o lógico.* Éste toma como punto de partida la objetividad de la ciencia, tal como aparece en las obras científicas. Esta objetividad se hace manifiesta en la conciencia, como una serie de pensamientos, de juicios, de raciocinios y no por un cúmulo de procesos psicológicos. Para esta doctrina el ser de las cosas no se reduce a ser percibidas sino a ser engendradas por el pensamiento.

Para distinguir lo expuesto pongamos un ejemplo: Consideremos un trozo de madera. Para el realista la madera existe como objeto fuera e independientemente de la conciencia del sujeto. Para el idealista subjetivo, la madera sólo existe en nuestra conciencia como conjunto de fenómenos. Para el idealista objetivo la madera no existe ni en nosotros ni fuera d nosotros. Necesita ser engendrada por el pensamiento, y esto se produce de la siguiente forma: Al formar el concepto madera, nuestro pensamiento produce el objeto madera. La madera no es, por lo tanto, un objeto real ni un contenido de la conciencia. No es más que un concepto, un ser lógico, un ente ideal.

c. El fenomenalismo

Esta doctrina fundada por Kant, trata de conciliar las dos tendencias opuestas, la del realismo y la del idealismo. El fenomenalismo sostiene que no conocemos como son las cosas en sí, sino como se nos aparecen. Considera que existen cosas reales, pero que no podemos conocer su esencia, su naturaleza íntima. Lo único que nos es dado a conocer son los fenómenos, es decir, contenidos de conciencia.

Coincide pues, esta doctrina, con el realismo, en que admite cosas reales, pero también coincide con el idealismo, en que limita su conocimiento a la conciencia, de donde resulta que no se puede conocer la cosa en sí. Todo lo que percibimos y todo lo que pensamos sólo existe en relación a nosotros. El espíritu es el que impone al mundo sus leyes propias, y así es posible que el mundo fenoménico sea inteligible

SOBRE LAS FORMAS DEL CONOCIMIENTO

Todos, o casi todos nuestros conocimientos son adquiridos en forma mediata, mediante operaciones lógicas que pasan por diferentes etapas. Se trata de un conocimiento *discursivo.* La cuestión que se plantea ahora es la siguiente: ¿Es ésta la única forma de conocimiento, o existe alguna otra forma, como la intuitiva, que sostienen algunos filósofos?

Vamos a examinar brevemente esta cuestión.

Cuando hablamos aquí de intuición no nos referimos a la intuición sensible, sino a una intuición no sensible, espiritual, cierto acto inmediato de conocer. Según los intuicionistas, hay una *intuición racional,* otra *emocional* y otra *volitiva,* cuyos órganos de conocimiento son, respectivamente, la razón, el sentimiento y la voluntad.En los tres casos hay un conocimiento inmediato de un objeto. De manera que si consideramos en cada objeto tres aspectos, la *esencia,* la *existencia* y el *valor,* tendremos tres clases de intuiciones de un objeto: para la intuición de la esencia servirá la razón, para la intuición de la existencia, la voluntad y para la intuición de los valores, la emoción.

2.10. Razón contra percepción

Desde el siglo XVII hasta fines del siglo XIX la cuestión principal en epistemología contrastó la razón contra el sentido de percepción como medio para adquirir el conocimiento. Para los racionalistas, entre los más destacados el francés René Descartes, el holandés Baruch Spinoza y el alemán Gottfried Wilhelm Leibniz, la principal fuente y prueba final del conocimiento era el razonamiento deductivo, basado en principios evidentes o *axiomas*. Para los empiristas, empezando por los filósofos ingleses Francis Bacon y John Locke, la fuente principal y prueba última del conocimiento era la percepción.

Bacon inauguró la nueva era de la ciencia moderna criticando la confianza medieval en la tradición y la autoridad y aportando nuevas normas para articular el método científico, entre las que se incluyen el primer grupo de reglas de lógica inductiva formuladas. Locke criticó la creencia racionalista de que los principios del conocimiento son evidentes por una vía intuitiva, y argumentó que todo conocimiento deriva de la experiencia, ya sea de la procedente del mundo externo, que imprime sensaciones en la mente; ya sea de la experiencia interna, cuando la mente refleja sus propias actividades. Afirmó que el conocimiento humano de los objetos físicos externos está siempre sujeto a los errores de los sentidos y concluyó que no se puede tener un conocimiento certero del mundo físico que resulte absoluto.

El filósofo irlandés George Berkeley estaba de acuerdo con Locke en que el conocimiento se adquiere a través de las ideas, pero rechazó la creencia de Locke de que es posible distinguir entre ideas y objetos. El filósofo escocés David Hume siguió con la tradición empirista, pero no aceptó la conclusión de Berkeley quien señaló que el conocimiento consistía tan sólo en ideas. Dividió todo el conocimiento en dos clases: el conocimiento de la relación de las ideas —es decir, el conocimiento hallado en las matemáticas y la lógica, que es exacto y certero pero no aporta información sobre el mundo— y el conocimiento de la realidad —es decir, el que se deriva de la percepción. Hume afirmó que la mayor parte del conocimiento de la realidad descansa en la relación causa-efecto, y al no existir ninguna conexión lógica entre una causa dada y su efecto, no se puede esperar conocer ninguna realidad futura con certeza. Así, las leyes de la ciencia más certeras podrían no seguir siendo verdad: una conclusión que tuvo un impacto revolucionario en la filosofía.

El filósofo alemán Immanuel Kant intentó resolver la crisis provocada por Locke y llevada a su punto más alto por las teorías de Hume; propuso una solución en la que combinaba elementos del racionalismo con algunas tesis procedentes del empirismo. Coincidió con los racionalistas en que se puede tener conocimiento exacto y certero, pero siguió a los empiristas en mantener que dicho conocimiento es más informativo sobre la estructura del pensamiento que sobre el mundo que se halla al margen del mismo. Distinguió tres tipos de conocimiento: *analítico a priori,* que es exacto y certero pero no informativo, porque sólo aclara lo que está contenido en las definiciones; *sintético a posteriori,* que transmite información sobre el mundo aprendido a partir de la experiencia, pero está sujeto a los errores de los sentidos, y *sintético a priori,* que se descubre por la intuición y es a la vez exacto y certero, ya que expresa las condiciones necesarias que la mente impone a todos los objetos de la experiencia. Las matemáticas y la filosofía, de acuerdo con Kant, aportan este último tipo de conocimiento. Desde los tiempos de Kant, una de las cuestiones sobre las que más se ha debatido en filosofía ha sido si existe o no el conocimiento sintético a priori.

2.10. El Problema de la Verdad

Ya se ha visto que el problema del conocimiento es, en gran parte, enigmático. El hombre es conciente de su limitación y que la realidad que pretende conocer y dominar es múltiple y compleja. Frente a esto hay que preguntar: ¿Puede el hombre conocer la verdad? ¿Qué es la verdad? ¿Cuál es el criterio que nos permita reconocer si un conocimiento es o no verdadero?

Ante todo, debemos hacer notar que la verdad siempre se expresa en un juicio; por consiguiente, sólo los juicios pueden ser verdaderos o falsos. Los objetos no son verdaderos ni falsos: son reales, ideales o imaginarios.
Con respecto a este problema, son varios los puntos de vista surgidos en el curso de la historia de la filosofía. Si consideramos cualquier conocimiento, se nota que éstos ofrecen una triple relación:
1° Todo conocimiento está en relación con el objeto que es conocido.
2° El conocimiento de ese objeto se halla en relación lógica y necesaria con otros conocimientos, o lo que es lo mismo decir, que hay una coherencia entre ellos.
3° El conocimiento se encuentra relacionado con la vida práctica, con lo útil para nuestra existencia.
De acuerdo con estas relaciones que pueden tener un conocimiento, existen tres concepciones de la verdad, que son:

1° la verdad como una correspondencia entre el conocimiento y el objeto.

2° la verdad considerada como coherencia lógica.

3°la verdad considerada como utilidad práctica. (pragmatismo)

Analizaremos cada una de ellas por separado:

La verdad como relación entre conocimiento y objeto

Según esta concepción un conocimiento es verdadero cuando su contenido concuerda con el objeto al cual se refiere.

Se critica esta concepción porque, entendiéndose el acuerdo como una semejanza, se ve que no puede haber ninguna semejanza, toda vez que son de distinta naturaleza. Sólo puede haber acuerdo entre los pensamientos entre sí.

Algunos filósofos modernos postulan que la verdad de un juicio es su concordancia con la realidad. Pero no debe confundirse la -realidad|| con la -existencia -, puesto que hay juicios verdaderos que no se refieren a algo real, como acontece en los juicios matemáticos que se refieren a objetos ideales. El acuerdo no significa, pues, otra cosa que la conveniencia de la relación entre el juicio y el contenido objetivo al cual se refiere dicho juicio.

La verdad considerada como coherencia lógica

En esta concepción se excluye el objeto, porque éste no puede ser considerado en sí. La verdad reside, no en la relación entre el contenido del pensamiento y el objeto que menciona, sino que radica en el pensamiento mismo. Según esta concepción, la verdad es la concordancia

del pensamiento consigo mismo y un juicio es verdadero cuando se ajusta a las leyes y normas del pensamiento. Se trata pues de un *idealismo lógico*

La verdad como utilidad práctica (pragmatismo)

Esta concepción sostiene que la verdad de un juicio consiste en su utilidad para la vida práctica. Es la concepción pragmática de la verdad (de pragma=hecho,acción), sostenida principalmente por W. James. Según esta doctrina, la verdad no es sino aquello que resulte útil para nuestra vida espiritual. Según el pragmatismo debemos considerar como verdaderos todos aquellos pensamientos y aquellas teorías que nos sirven para explicar los fenómenos y que prestan utilidad para aumentar el caudal de nuestros conocimientos.

2.10.1. GRADOS DE ASENTIMIENTO

Debemos tener en cuenta que el espíritu humano no crea la verdad ni la falsedad. Nosotros sólo elaboramos ciertas creencias, formuladas en juicios y, estas creencias, pueden ser verdaderas o falsas si están de acuerdo o no con determinados hechos. Pero la verdad puede existir sin que nosotros la conozcamos. Denominamos grados de asentimiento a las gradaciones con que nuestro espíritu acepta las creencias, es decir, los grados en que el espíritu presta su aprobación a la verdad.

Los pensamientos correctos nos producen un sentimiento de *certeza*. En los pensamientos que sólo son verosímiles, el sentimiento de certeza ya no es tan intenso. Este sentimiento de certeza puede ir disminuyendo gradualmente según como aumenten las razones en contra. Después de pasar por la duda, puede alcanzar el extremo opuesto. Hablamos entonces de un pensamiento inverosímil. Observamos pues, de una transición gradual, que va de los pensamientos verdaderos a los falsos

a. La Evidencia

La verdad sólo resulta cuando existe evidencia y ésta es manifestación clara, es transparencia, es desocultamiento y develamiento del ser. En torno de aquello que se manifiesta del ser, se puede formular una verdad. Pero como de un ente no se devela todo, no se puede hablar arbitrariamente sobre lo que no se ha develado. La evidencia, el develamiento, la manifestación del ser es pues criterio de la verdad; es pues la presencia de una realidad como inequívoca y claramente dada.

b. La certeza

Es el estado subjetivo por el cual el espíritu se cree en posesión de la verdad. La certeza no se refiere, pues, a los juicios. Estos pueden ser verdaderos o evidentes. La certeza es un estado psicológico que da seguridad absoluta a una opinión porque no abriga ninguna duda sobre su validez.

La certeza tiene un carácter subjetivo, pero vale la pena notar que la certeza también puede ser objetiva que no dependa de ninguna circunstancia personal y, por consiguiente, puede imponerse a cualquier persona. Así la certeza científica es objetiva, mientras que el testimonio de la conciencia es subjetivo, válido para la persona que experimenta dicho estado.

2.10.2. Criterios de Verdad

Una vez determinadas las diversas concepciones de la verdad y los grados de asentimiento, es preciso saber si existe un criterio infalible que permita discernir los conocimientos verdaderos de los conocimientos falsos.

Según G. Fingermann, el problema relativo al *criterio* de la verdad ha preocupado a los filósofos de todos los tiempos, dando origen a una rama de la lógica: la *criteriología* (de *criterion,* que en griego significa instrumento de distinción) distingue seis criterios de verdad (Fingermann, 1963, pp225-228)

1° Criterio de autoridad. Como el hombre, dada la limitación de sus capacidades , no puede ni abarcar ni verificar personalmente todos los conocimientos científicos, se dice que debe aceptar como verdades todas aquellas afirmaciones hechas por una persona digna de fe. En efecto, si cada sabio tuviera que comprobar y verificar cada uno de los descubrimientos o afirmaciones hechas por los hombres de ciencia que le precedieron , todo el progreso científico sería imposible, puesto que a cada instante se estaría rehaciendo el edificio de la ciencia.
Asimismo, en la historia aceptamos como verdaderas ciertas afirmaciones por emanar de una autoridad lejana o por haber llegado a nosotros por una larga tradición, sin preocuparnos mayormente por verificarlas.

Pero es en las ciencias donde el criterio de autoridad pierde su vigor, toda vez que la ciencia exige el raciocinio y la comprobación. Esto no quiere decir que aquí deba desecharse toda autoridad. Al contrario, la experiencia de los hombres del pasado constituye una ayuda muy valiosa que ahorra tiempo y fatiga. Sin embargo, el respeto a la autoridad de los hombres de ciencia ha de ser limitado y controlado por una crítica serena y no sea una admiración ciega y exagerada, como la de los hombres de la edad media con respecto a Aristóteles, a quien se consideraba como el juez inapelable a la verdad.

2° El Asentimiento universal. De acuerdo con este criterio, es característico de la verdad el asentimiento que a ella prestan todos los hombres. Si todo el mundo acepta por cierta una afirmación, es porque ella es verdadera. Sin embargo, la experiencia nos demuestra que este criterio carece de valor, puesto que muchas verdades, que hoy son aceptadas como evidentes, no tuvieron el asentimiento de todos los hombres. La verdad no es privilegio de una mayoría. Al contrario, las verdades científicas son descubiertas por un número muy limitado de hombres, quienes con frecuencia deben luchar denodadamente contra la mayoría para imponerlas. Recuérdense los casos instructivos de Copérnico, de Galileo y de Colón.

3° El Sentido Común. Para muchos filósofos, el criterio infalible para la verdad nos es suministrado por una facultad íntima, especial, común a todos los hombres: *el sentido común.* Este sentido es interno y es de naturaleza distinta a los sentidos externos que por sí sólos no proporcionan conocimiento. Nosotros conocemos nuestras sensaciones a través de este sentido interno que da unidad y enlace a las sensaciones No sólo sentimos el objeto, sino que sabemos que lo sentimos. Ahora bien, un sentido no puede reflexionar sobre sí mismo, porque es orgánico. El ojo ve los colores, pero no puede ver su visión de los colores. Así, pues, hay que

admitir una función de conocimiento distinta que tiene por objeto los actos directos del conocimiento sensible, y esto lo hace el sentido común. Por lo tanto, las dos funciones principales del sentido común son: 1) Conocer las diferentes cualidades captadas por los sentidos externos y establecer una comparación entre dichas cualidades. 2) Conocer los actos u operaciones de los sentidos externos.

Según el criterio del sentido común, existen verdades evidentes que debemos aceptar espontáneamente y sin las cuales la ciencia misma no sería posible. Sin embargo, el sentido común no es suficiente garantía para aceptar una afirmación como verdadera. Es sabido que muchos errores se cometieron en nombre del sentido común. Muchas verdades fueron combatidas por el sentido común, mientras que otras, que aceptaba el sentido común, son reconocidas como falsas.

4° Necesidad Lógica. De acuerdo con este criterio, sólo es cierto aquello que está exento de contradicción. Este criterio es una consecuencia del concepto inmanente de la verdad, es decir, la afirmación de que la verdad es un acuerdo del pensamiento consigo mismo, o sea cuando se ajusta a las leyes del pensamiento. Bajo este contexto, este criterio, sólo puede ser válido para una esfera de conocimientos, para las ciencias formales o ideales, como la lógica y las matemáticas. Así, cuando se trata de objetos reales es menester buscar otros criterios.
5° La evidencia. Para Descartes, el carácter por el cual se distinguen los conocimientos verdaderos es la evidencia. Según este criterio, son verdaderos aquellos juicios que aparecen con perfecta *claridad y distinción.* Pero debemos observar que la claridad y la distinción no son razones suficientes para darle validez objetiva. Pueden darse juicios que cuyo contenido aparezca con plena claridad y distinción y que sean totalmente falsos.
6° Criterio de la Experiencia. La mayoría de filósofos y científicos contemporáneos toman como criterio supremo de la verdad la experiencia. Esto quiere decir que sólo debe considerarse como verdadero lo que puede confirmar la experiencia y cuando hay imposibilidad de admitir lo contrario. Por consiguiente, la certeza absoluta debe buscarse en la experiencia y sólo deben ser admitidos, como verdaderos, aquellos conocimientos que pueden ser verificados y comprobados por la experiencia. Además, la verdad de un juicio debe surgir de la confrontación con los demás juicios que tenemos, si no hay contradicción entre ellos.

¿Qué criterio adoptar para tener un conocimiento verdadero?

Como se puede observar, la verdad absoluta, no es patrimonio de ningún conocimiento, sólo disponemos de criterios para *valorar* cualquier conocimiento. Por otro lado, todos estos criterios de verdad examinados hasta ahora, que se toman como signos de verdad, han surgido de puntos de vista parciales, de manera que no siempre uno sólo de ellos es suficiente para decidir acerca del valor de un conocimiento. Por lo general, cuando se examina la verdad que atribuimos a un juicio, apelamos a varios criterios. La ausencia de contradicción es, sin duda, un criterio de verdad, pero no puede servir de criterio general, válido para todo conocimiento, sino, sirve únicamente para objetos ideales o formales. Asimismo, podemos tener en nuestra conciencia estados anímicos de las más diversas clases. Aquí hemos de buscar otro criterio de verdad: *La evidencia.* De acuerdo con este principio serán verdaderos sólo aquellos juicios que hallen su fundamento en la evidencia, en la inmediatez de nuestros estados de conciencia. El color rojo que percibimos, o el placer que experimentamos, no pueden ser demostrados porque sólo poseen una realidad inmediata para nosotros. La característica de la certeza de nuestras intuiciones sensibles consiste, justamente, en que no pueden ser demostradas ni

probadas en forma lógica. Cada uno de nosotros debe experimentar y vivir sus propias vivencias. De ahí que este criterio carezca de la señal de la universalidad y posea únicamente el carácter de subjetividad. En consecuencia, la evidencia no puede servir de criterio para la estimación de las verdades científicas, porque el conocimiento científico debe tener validez universal. Esta validez encuentra su justificación, no en la evidencia sino, en las leyes lógicas del pensamiento, que son los fundamentos últimos de la validez de nuestros juicios. Pero estas leyes lógicas ya no necesitan otra fundamentación. Encuentran su fundamento en sí mismas; es decir; es una -auto fundamentación‖. Estas leyes son supuestos necesarios, sin los cuales no es posible el pensamiento ni ningún conocimiento que tenga estas leyes.

Doctrinas filosóficas sobre la verdad

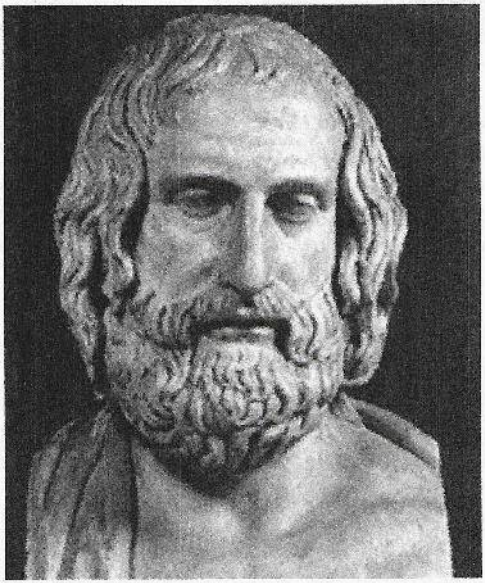
a. El subjetivismo y el relativismo

El Subjetivismo es un sistema filosófico que no admite otra realidad si no la realidad del ser pensante, atribuye la fuente de la verdad al sujeto. Afirma que la verdad es individual, con lo cual cada sujeto tendría su verdad. La idea del sujeto es la que proyectaría el objeto.

El relativismo es la tesis filosófica según la cual existen tantas verdades como seres cognoscentes crean estar en la verdad. La verdad depende de factores físicos, psicológicos o culturales que influyen en los juicios que las personas se hacen sobre la realidad.

Existen diversas formas de relativismio siendo la más difundida: *el relativismo individual* para la que el elemento condicionante de la verdad del juicio sería el sujeto cognoscente individual, es decir, todos y cada uno de los hombres. La estructura de cada sujeto humano determinaría la verdad del juicio. Este tipo de relativismo es el que se atribuye generalmente a Protágoras. Su famosa tesis ***el hombre es la medida de todas las cosas, de las que son en cuanto que son, de las que no son en cuanto que no son*** (Sexto Empírico, Hipotiposis pirrónicas, 1,216)

Para Protágoras la materia, la única forma de ser posible, es algo fluyente, constantemente mutable. Al presentarse la realidad como algo en constante cambio y al estar comprendidos dentro de esa realidad, tanto los objetos conocidos como el sujeto cognoscente, es consecuencia ineludible que no pueda admitirse nada universal y necesario y en esa nada hay que incluir el conocimiento. La sensación se transforma sin cesar, ya por razón del objeto sentido, ya por razón del sujeto que siente. El ser es conocido por los sujetos según sus diferencias individuales. Si el conocimiento es la conjunción del sujeto con el objeto, es preciso admitir que si tanto el primero como el segundo son cambiantes su producto tendrá también que serlo. De ahí que no se vea cómo el conocimiento pueda alcanzar los caracteres de universalidad y necesidad, sino que se considere como algo individualizado en cada uno de los hombres y sin que pueda darse entre ellos ninguna comunidad cognoscitiva.



Protágoras de Abdera
(485 a. C.-411 a. C.)
Sofista griego. No nos ha llegado ninguna obra completa escrita por Protágoras, pero se conservan valiosos fragmentos en los diálogos de Platón (*Protágoras Crátilo,Gorgias* y *Teeteto*)
El principio filosófico más famoso de Protágoras alude al estatus del hombre enfrentado al mundo que lo rodea. Habitualmente se designa con la expresión *Homo mensura* («El hombre es la medida»), fórmula abreviada de la frase *Homo omnium rerum mensura est*
«El hombre es la medida de todas las cosas»
Se interpreta este dicho como relativismo de la verdad de las cosas, que **toda verdad es relativa para el individuo que la sostiene** y no podría tener validez más allá de él.

Si bien el escepticismo sostiene que no hay verdad alguna. El subjetivismo y el relativismo no son tan radicales. Con ellos se afirma que si existe una verdad, sin embargo, tal verdad tiene una validez limitada. El subjetivismo, como su nombre lo indica, limita la validez de la verdad al sujeto que conoce y juzga. El relativismo afirma que no existe alguna verdad, alguna verdad absolutamente universal.

El subjetivismo y el relativismo son análogos, en su contenido, al escepticismo. En efecto, ambos niegan la verdad; no en forma directa como el escepticismo, pero sí en forma indirecta al dudar de su validez universal.

b. El Pragmatismo.

El **pragmatismo** es una escuela filosófica nacida en los Estados Unidos a finales del siglo XIX por Charles Sanders Peirce y William James.(1842-1910)

La palabra pragmatismo (pragmatism) proviene del vocablo griego *pragma* que significa acción. Para los pragmatistas la verdad y la bondad deben ser medidas de acuerdo con el éxito que tengan en la práctica. En otras palabras, el pragmatismo se basa en la utilidad, siendo la utilidad la base de todo criterio de verdad.

Esta doctrina no niega la posibilidad del conocimiento. Su posición no es negativa. Por el contrario, es positiva. Suministra un nuevo concepto de la verdad. Para el Pragmatismo (de pragma=acción) lo verdadero significa lo útil, lo valioso, lo que fomenta la vida.

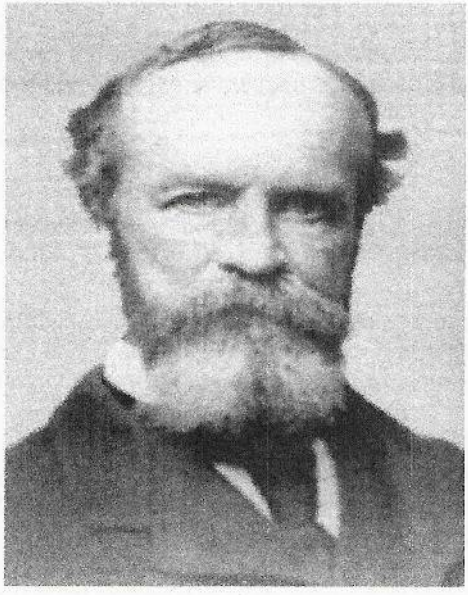
Por otro lado, el pragmatismo parte de una concepción especial del ser humano. Para él el hombre no es un ser pensante exclusivamente. Es, ante todo, un ser práctico, destinado a actuar.l ***La finalidad de la inteligencia no es la de descubrir verdades teóricas, sino para***

actuar en la realidad". De manera que será verdad todo aquello que le permita actuar con congruencia en la vida, todo aquello que le resulte útil y provechoso, especialmente para la vida social.

El pragmatismo r*echaza la existencia de verdades absolutas, o lo que es lo mismo, significados invariables; las ideas son provisionales y están sujetas al cambio a la luz de la investigación futura y s*e caracteriza por la insistencia en las consecuencias, como manera de caracterizar la verdad o significado de las cosas. También el pragmatismo sostiene que sólo en el debate entre organismos dotados de inteligencia y con el ambiente que los rodea es donde las teorías y datos adquieren su significado.

El pragmatismo, como corriente filosófica, se divide e interpreta de muchas formas, dando lugar a ideas opuestas entre sí que dicen pertenecer a la idea original de lo que es el pragmatismo. Un ejemplo de esto es la noción de practicidad: determinados pragmatismos se oponen a la practicidad y otros interpretan que la practicidad deriva del pragmatismo. Esta división surge de las nociones elementales del término pragmatismo y su utilización. Básicamente se puede decir que, ya que el pragmatismo se basa en establecer un significado a las cosas a través de las consecuencias, se basa en juicios a posterioridad y evita todo prejuicio.

Un filósofo famoso que participó de esta manera de pensar fue *Federico Nietzsche (1844- 1900),* para quien la verdad –sólo sirve para designar aquella función de juicio que conserva la vida y sirve para la voluntad de poderío||. En tiempos modernos podemos citar como Pragmatista, al reconocido filósofo norteamericano: Hilary Putnam (1926-) que actualmente está dando valiosos aportes a la *filosofía de la mente, la filosofía del lenguaje y la filosofía de la ciencia.*



William James

(1842, - 1910),

Fue un filósofo estadounidense con una larga y brillante carrera en la Universidad de Harvard. Representó un influyente papel en la difusión del pragmatismo.

En 1907 publica *Pragmatismo: un nuevo nombre para algunos antiguos modos de pensar*, en donde expresa que el pragmatismo es un método para apaciguar las disputas metafísicas tales como. ¿Es el mundo uno o múltiple? ¿Libre o determinado? ¿Material o espiritual?

El método pragmático responde: ¿Qué diferencia de orden práctico supondría para cualquiera que fuera cierta tal noción en vez de su contraria? Si no puede trazarse la diferencia práctica, entonces las alternativas significan prácticamente la misma cosa y toda disputa es vana.

El pragmatismo r*echaza la existencia de verdades absolutas*

TALLER Nº 1 (EL CONOCIMIENTO)

Responda de manera crítica los ítems que se presentan en el siguiente cuestionario

I.- El término -conocimiento‖ tiene dos acepciones diferentes:
C1: acción, proceso, función, acto, aprehensión, creación.
C2: efecto, estado, estructura, contenido, formulación, resultado.
Dentro de cada paréntesis escriba C1 o C2 según la relación que guarden los enunciados con estas dos acepciones. Deje en blanco si no encuentra relación alguna.

( ) Averiguar por medio de la razón las propiedades de los números.
( ) Representarse un modelo que trate de explicar un fenómeno físico.
( ) Tener un informe sobre los cambios climatológicos de una región
( ) Tener la certeza de que existieron los dinosaurios.
( ) Sentir amor por su novio(a) o cónyuge.
( ) Publicar los resultados de un experimento.
( ) Concluir luego de un razonamiento que no es posible obtener conocimiento alguno.
( ) Repasar el contenido de un texto para rendir un examen.
( ) Definir que el conocimiento es un acto de aprehensión intelectiva.
( ) Dar una conferencia sobre un tema de investigación.

II.- Al tratar de comprender o conocer la realidad del mundo en que vivimos el ser Humano, adopta tres actitudes distintas:
Actitud ordinaria (AO), actitud científica (AC) o actitud filosófica (AF).
Diga Ud. qué actitud estaría tomando una persona en los siguientes casos.(Deje los espacios vacíos si no encuentra actitud alguna)

( ) Bajar información de Internet por el simple hecho de informarse de algo.
( ) Informarse sobre las reglas de tránsito vehicular.
( ) Leer un texto de Matemáticas para rendir un examen.
( ) Bajar información de Internet para elaborar una tesis.
( ) Entrar a un laboratorio de Química para indagar cómo preparar hidrógeno.
( ) Interrogarse por qué los imanes se atraen.
( ) Indagar sobre las causa de la guerra con Chile.
( ) Preguntarse por qué existe la pobreza en el mundo.
( ) Preguntarse por la naturaleza del campo eléctrico. Qué es? y en qué consiste?
( ) Preguntarse cómo se sustenta un avión en el aire.
( ) Preguntarse sobre el origen del universo.

III.-Lea el instructivo acerca de lo que significa -conocimiento objetivo‖ y luego establezca si los enunciados están en concordancia con la objetividad de un conocimiento (CO) o carecen de ella: -conocimiento subjetivo‖ (CS). Deje los espacios en blanco si no encuentra concordancia alguna.

( ) El agua hierve a 100 °C.

( ) El tratado de libre comercio (TLC) traerá prosperidad a nuestro país.
( ) La globalización como fenómeno económico es favorable para los países subdesarrollados.
( ) Sólo a través de la lucha armada se logrará la justicia social.
( ) La distancia más corta entre dos puntos es la recta que los une.
( ) El hombre proviene de los Simios.
( ) En la molécula del ADN se encuentra la información de los caracteres hereditarios de los seres vivos.
( ) Luego de la guerra con Chile se demostró que el Perú es un pueblo sin ética, ni espíritu guerrero.
( ) La Guerra con Chile nos dejó sin Arica, Tarapacá y en una profunda crisis financiera.
( ) La Histeria es una enfermedad que indica el estado de desorden del sistema nervioso de una persona.
( ) Los sueños son representaciones de los estados reprimidos de nuestro subconsciente.

IV.- Lea el instructivo acerca de lo que es: –Concepto‖ y –Definición; luego examine los enunciados y establezca si están relacionados al término concepto (C) o definición (C) . Deje el espacio en blanco si no encuentra relación.

( ) Representarse mentalmente el átomo como un sistema planetario en miniatura.
( ) Conocer la estructura de un poliedro.
( ) Formular la ley de la gravitación universal matemáticamente.
( ) Conocer todos los aspectos relacionados con el Marketing de negocios.
( ) Expresar que un número par es aquel que es divisible por dos.
( ) Abstraer mentalmente las características de un pueblo o región.
( ) Expresar que un gas es la fase de una sustancia con el mayor estado de desorden.

V.-De acuerdo con la mayoría de Psicólogos, el conocimiento tiene grados o niveles que siguen el siguiente orden: Sensación(S), Percepción (P), Representación (R), Concepto (C), Juicio (J) y Raciocinio (R) .
Cada una de las expresiones, que se dan a continuación, están vinculadas con algún nivel de conocimiento arriba indicado. Deje los espacios en blanco si no encuentra vínculo alguno.

( ) ¡Hace mucho calor!
( ) ¡Mira esa flor! ¡Que variedad de colores! .
( ) ¡Que hermoso paisaje!
( ) El triángulo es una figura formada por tres segmentos no colineales.
( ) Nuestro profesor de dibujo es un caballero.
( ) Por ser ese hombre un caballero me cederá el asiento.
( ) Estoy cansado.
( ) El ambiente lo siento perfumado.
( ) Francisco Pizarro conquistó el Perú
( ) Pienso, luego existo!
( ) La Burguesía oprime al proletariado, eliminándola desaparece la opresión.

CUESTIONES DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

Lea atentamente el instructivo acerca de los problemas filosóficos del conocimiento y, después de leer el siguiente texto, responda las preguntas que siguen a continuación, dando a conocer su propio punto de vista u opinión.

"REFLEXIONES ACERCA DE LA REALIDAD"

En nuestra vida cotidiana adoptamos la creencia de que todos los objetos o cosas que percibimos a través de los sentidos son un fiel reflejo de la realidad del mundo externo (REALISMO INGENUO). Los objetos tienen: formas, tamaño, colores, son duros, blandos etc. y nuestro aparato sensorial nos permite -conocer la realidad tal y como es‖. Pero la pregunta espontánea que surge en una mente inquisitiva es: ¿Qué nos garantiza que nuestros órganos sensoriales reproduzcan la realidad tal como es en sí? La respuesta a esta interrogante, ha llevado a filósofos de todo tiempo y lugar a optar por diferentes respuestas y posturas acerca de: ¿Cómo es la verdadera realidad? Algunos de ellos empezaron a dudar de todo lo existente, llegando al extremo de afirmar, que lo único real se encontraba en su propia conciencia; pues todo ser humano tiene la certeza de sus propias percepciones, representaciones, ideas, impresiones, al margen de saber cómo es el mundo externo, incluso lo llegaron a negar. (IDEALISMO SUBJETIVO).

Negar el mundo externo es inconcebible para el sentido común y mucho más para la Ciencia. Si lo único que existiera fueran percepciones; Cómo explicar el surgimiento de tales percepciones en nuestra conciencia, si nosotros percibimos los datos sensibles; es decir, no los creamos ¿Cómo es esto posible sin una realidad externa? Esta crítica es insostenible para el Idealismo y tenemos que regresar al Realismo: Aceptar que existe un mundo externo, pero no de una manera ingenua, sino adoptando una postura crítica: aceptar que existe un mundo externo independiente de nosotros; pero, que no se puede conocer en esencia (REALISMO CRÍTICO).

La constitución real del mundo no siempre coincide con las impresiones que de él tenemos. Conocerlo en su esencia es imposible (Posición Ontológica), pero sí podemos conocerlo como bajo otro concepto de -conocimiento‖, si admitimos al conocimiento como un fenómeno que lo único que nos puede proporcionar son las relaciones que guardan los objetos del mundo externo, en cuanto fenómenos que se nos aparecen (Posición Gnoseológica). En este sentido, conocer su verdad, es una tarea difícil y compleja, que exige la acción combinada de la razón y la experiencia, que es lo que intenta hacer la —Ciencia‖.

La especulación filosófica nunca concluye y surge de nuevo la interrogante ¿La Ciencia nos presenta la realidad tal y como es? ¿El conocimiento Científico puede penetrar en la estructura íntima de la realidad? simplemente elabora modelos representativos (leyes y teorías), que -describen‖ cómo ocurren los fenómenos de la realidad, pero no la realidad misma. Al cuestionar a la misma ciencia, entramos al tema filosófico más apasionante de los tiempos modernos. La Filosofía de la propia Ciencia o EPISTEMOLOGÍA. Algunos ejemplos nos pueden ayudar a entender los problemas filosóficos que se desprenden de la misma ciencia.

–Se dice que en la naturaleza no existen fuerzas : El concepto de fuerza ha sido inventado para explicar el comportamiento observado de la materia en tensión y movimiento. Las fuerzas no son observables‖. —Lo mismo podemos decir de la naturaleza de la luz; no podemos representar su estructura íntima. El concepto de fotón es otra construcción mental que sirve para explicar los fenómenos que ocurren en el mundo atómico; pero su representación, como onda partícula, no tiene correlato empírico; nada hay en la naturaleza que se semeje a una onda partícula y si lo hubiera no la podríamos percibir. Pero no podemos negar que estos conceptos teoréticos, que la razón inventa, hace que la Ciencia avance con pasos de gigante. A la ciencia Moderna ya poco le importa saber si estas construcciones de la mente humana tienen realidad propia o son entes imaginarios; lo importante es que son –útiles‖ (PRAGMATISMO) para explicar o predecir acontecimientos. En otros términos; la Ciencia no busca un saber propiamente cognoscitivo (conocer las esencias de las cosas o fenómenos) sino mas bien, es el saber aplicativo o instrumental lo que caracteriza a todo conocimiento científico ; aunque este conocimiento flote sobre el mar de una realidad totalmente desconocida.

Dr. Víctor Alcántara Alza
(Profesor de la Escuela de Post-Grado UNT)

Responda las siguientes preguntas:

1.- ¿Qué entiende Ud. por Realidad?

2.- ¿Cree Ud. que el conocimiento científico llega a conocer la esencia de las cosas y el mundo exterior tal y como es?

3.- ¿Existe una verdad Científica? ¿Cuál es su concepto de verdad?

4.- ¿Qué busca el conocimiento Científico y qué el filosófico? Quién aspira a la verdad?

5.- ¿Considera que la Ciencia debe preguntarse sobre lo que es la Realidad?

6.- Cite algunas doctrinas filosóficas que tratan el tema de la realidad.

7.- Analice el texto y emite sus propias opiniones acerca del conocimiento de la idad.

CAPÍTULO Nº 3

El método Científico

3.1 Introducción.

El conocimiento científico se crea y acumula por medio de procedimientos reconocidos como válidos; tales procedimientos tienen varias características comunes y están sometidos a un orden y a una lógica interna, son coherentes y no ofrecen contradicciones en su estructura interna. Procedimientos tales como la observación, la medición, la experimentación, la verificación, etc, tienen cada uno de ellos una secuencia interna conformada por pasos que implican el desarrollo de técnicas y procedimientos cada vez más específicos y de orden manual, ya sea de objetos, de datos o de conceptos. El modo como los distintos procedimientos de investigación se articulan entre sí, da origen a un *método en ciencias*, y así, el método de investigación es un procedimiento lógico general que organiza de un modo determinado un proceso de investigación.

Algunos operacionistas han negado la existencia del método científico, sosteniendo que "la ciencia es lo que hacen los científicos, y hay tantos métodos científicos como hombres de ciencia". Es verdad que en ciencia no hay caminos reales; que la investigación se abre camino en la selva de los hechos, y que los científicos sobresalientes elaboran su propio estilo de pesquisa. Sin embargo, esto no debe crear desasosiego en cuanto a la posibilidad de descubrir pautas, normalmente satisfactorias, de plantear problemas y poner a prueba hipótesis.

No hay avenidas hechas en ciencia, pero hay en cambio una brújula mediante la cual, a menudo, es posible estimar si se está sobre una huella promisoria. Esta brújula es el método científico, que no produce automáticamente el saber, pero que nos evita perdernos en el caos aparente de los fenómenos, aunque sólo sea porque nos indica cómo no plantear los problemas y cómo no sucumbir al embrujo de nuestros prejuicios predilectos.

Lo que hoy se llama "método científico" no es ya una lista de recetas para dar con las respuestas correctas a las preguntas científicas, sino el conjunto de procedimientos por los cuales: 1) Se plantean los problemas científicos 2) Se ponen a prueba las hipótesis científicas.

Los escritos sobre el método científico pueden iluminar el camino de la ciencia pero no pueden exhibir toda su riqueza y, sobre todo, no reemplazan a la investigación misma, así como ninguna biblioteca sobre botánica puede reemplazar a la contemplación de la naturaleza, aunque hace posible que la contemplación sea más provechosa.

3.2. Qué es el Método Científico?

Según la enciclopedia Wikipedia: El método científico (del griego: -meta = hacia, a lo largo- -odos = camino-; camino hacia el conocimiento) presenta diversas definiciones debido a la complejidad de una exactitud en su conceptualización:

"Conjunto de pasos fijados de antemano por una disciplina con el fin de alcanzar conocimientos válidos mediante instrumentos confiables", "secuencia standard para formular y responder a una pregunta", "pauta que permite a los investigadores ir desde el punto A hasta el punto Z con la confianza de obtener un conocimiento válido"[7]

También podemos decir: —Son medios o procedimientos generales que se emplean para obtener información empírica o datos con el propósito de identificar problemas, formular o comprobar hipótesis y teoríasl (G. Gomero, 1997 p.91). o de otra manera: —Son acciones o modos de procedimientos para obtener conocimientos nuevos o verdaderos. Es un procedimiento riguroso formulado lógicamente para la adquisición, organización o sistematización y transmisión de conocimientos, tanto en su aspecto teórico como su fase experimental (Elí de Gortari, 1961: 257-272)

Visto así, el método científico es un conjunto de pasos que trata de protegernos de la subjetividad del conocimiento, entendiéndolo como todas aquellas prácticas utilizadas y ratificadas, por la comunidad científica como válidas a la hora de proceder, con el fin de exponer y confirmar sus hipótesis o teorías, destinadas a explicar de alguna manera los fenómenos que observamos. Estas hipótesis pueden apoyarse o no en experimentos que certifiquen su validez. Haciendo remembranza a los orígenes del método, podemos decir que se le atribuye al filósofo Inglés Francis Bacon, quien fue el primero en establecer los procedimientos que debe seguir toda investigación que pretenda obtener conocimientos para una ciencia positiva; quedando establecido el método científico de la siguiente manera:

1. **Observación**: Observar es aplicar atentamente los sentidos a un objeto o a un fenómeno, para estudiarlos tal como se presentan en realidad.
2. **Inducción:** La acción y efecto de extraer, a partir de determinadas observaciones o experiencias particulares, el principio general que las rige.
3. **Hipótesis:** Planteamiento mediante la observación siguiendo las normas establecidas por el método científico.
4. **Probar la hipótesis:** por experimentación.
5. **Demostración o refutación** (antítesis) de la hipótesis.
6. **Tesis o teoría científica** (conclusiones).

Así quedó definido el método científico en su forma clásica tal y como es normalmente entendido. Sin embargo, esta definición se corresponde 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 vulcanología, la

[7] Disponible en la página: http://es.wikipedia.org/wiki/Aplicacion_del_metodo_cientifico

astronomía, la física teórica, etcétera. En tales casos, es suficiente la observación de los fenómenos producidos naturalmente.

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, v.g. 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"***.
Según lo anterior, 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. Las teorías científicas, destinadas a explicar de alguna manera los fenómenos que observamos, ***pueden apoyarse o no en experimentos que certifiquen su validez.***

Por lo expuesto, se observa que no hay acuerdo unánime respecto a la experimentación para que un estudio o investigación sea auténticamente científica. Al respecto, el eminente epistemólogo Mexicano Dr. F. García C. expresa lo siguiente: *-La ciencia también es conceptuada como estrategia que orienta el desarrollo de una investigación. A esta acepción ciencia-proceso se le denomina método científico y éste se aplica al proceso de investigación para procurar su carácter científico. El método científico posee dos funciones sustantivas en la generación de la ciencia: 1) Procurar favorecer la generación del conocimiento 2) Permitir la verificación de dichos conocimientos.* Se observa en este párrafo que el autor habla de verificación sin mencionar experimentación, pero más adelante agrega:...lLa ciencia como método obedece a un modo de investigar, de pensar, cuyo propósito es descubrir el funcionamiento del mundo, penetrar en las conexiones que hay entre las cosas. Con esta intención es que se han determinado conceptos, reglas, doctrinas y *procedimientos que definen la conducta de un investigador para conocer sus objetos*, la mayoría de las veces mediante la *experimentación*, que se considera el *recurso óptimo* para lograra el saberl. (F.García, 2005 p.41)... Se nota claramente que la experimentación no es un requisito indispensable para investigar científicamente pero queda la tendencia a sostener el concepto de método científico en su forma tradicional

3.3. Método y Metodología.

Los conceptos método y metodología se suelen utilizar indistintamente, provocando no pocas confusiones y errores de consideración. A más de lo expuesto anteriormente sobre el método, como camino para llegar al logro de objetivos, como organización del conocimiento para llegar a la verdad, debe entendérsele en forma aún más amplia como una aproximación de orden necesariamente epistemológico, entrelazado con la misma lógica del pensar científico y con las notas distintivas de éste. Así pues, el método científico constituirá el camino. La vía de conocimiento no va de cualquier clase, sino estrictamente el ubicado dentro del rigor de la ciencia y la tecnología.

De otro lado, el método es objeto de estudio por parte de una disciplina especial, la Metodología, una parte de la Lógica que se interesa por los problemas generales del conocimiento, tanto en su aspecto formal como contenido y desarrollo. Puede señalarse que la *metodología es como la teoría de los procedimientos generales de la investigación.* Pero, a más de describir las características del proceso general del conocimiento científico y las etapas en que éste se divide desde el punto de vista de su producción, la metodología da cuenta de los diferentes procedimientos generales, adoptados por la investigación científica en su práctica concreta y las características de cada uno de ellos, sus posibilidades y limitaciones.
La Metodología tiene como tarea: sistematizar y organizar los avances logrados por la investigación en las diferentes disciplinas científicas. La forma que adopta la Metodología de la Investigación, en una ciencia particular, está fuertemente condicionada por las características del área de la realidad de dominio de esa ciencia y por la experiencia acumulada a lo largo de la investigación en ese campo.

Si definimos la *Metodología* como el terreno específicamente instrumental de la investigación, como el campo mucho más concreto y limitada en el trabajo del investigador, referido especialmente a la operatoria del proceso, es decir a las técnicas, procedimientos y herramientas de todo tipo que intervienen en la marcha de la investigación, veremos que sus relaciones se dan del modo más directo con el *Método* , en un sentido amplio y con el *Objeto* de estudio.

Por un lado, Método y Metodología deben mantener siempre la más estrecha colaboración y correspondencia estricta, por cuanto la metodología debe traducir -en el plano operativo y concreto- las orientaciones generales que define el método; de otro modo, éste quedaría desvirtuado completamente, así como su relación con la práctica y con la teoría.

Por otro lado, la metodología, como recurso instrumental destinado a rescatar los datos de lo fenoménico debe, indudablemente, adaptarse a esto; es decir, al objeto. Estas relaciones básicas pueden quedar esbozadas según el siguiente esquema. (Ver Fig.5)

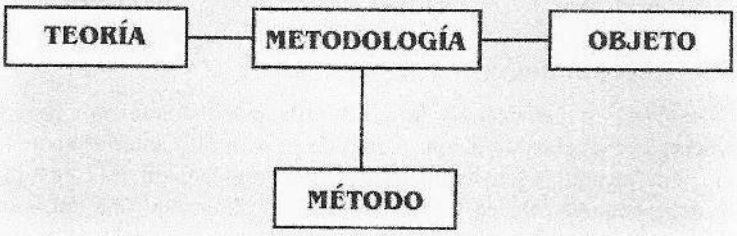


Figura 3.1. La teoría y la práctica en la investigación.

En este esquema se observa que el proceso de investigación se produce como un movimiento que enlaza teoría y práctica pero que presenta, entre ambos términos, la mediación de una doble instancia: método y metodología.

Si el conocimiento, que asume en general la forma de *teoría,* se encamina hacia la práctica para constituirse y para confirmarse, este proceso no se produce de una manera espontánea y simple sino que debe regirse por determinadas pautas para que adquiera un carácter científico. Es a esto a lo que se alude con la denominación de *método,* como elemento capaz de orientar la formación de los conceptos y de la teoría misma, aunque siempre determinado también e influido por aquella. Pero este método, como perspectiva general y epistemológica, no puede encarar por sí mismo toda la tarea práctica del investigador; éste precisa de orientaciones mucho más específicas con las cuales puede abordar en toda su multifacética complejidad la realidad que estudia. Para ello habrá de diseñar instrumentos y técnicas de trabajo, en suma, una *metodología* que se a la vez la continuación o "traducción" del método en un plano más concreto, y que además se adapte a las particularides del *objeto* en estudio.

3.2 Características del método científico.

El método al cual nos referimos en este texto es el que se conoce con el nombre de -Método lógico positivista‖, aunque sería más correcto llamarlo *Hipotético Deductivo* basado en la filosofía lógica positivista, cuyos fundadores fueron Bertrand Russel(1872-1970), matemático y filósofo y Alfred North Whitehead (1861-1947) físico y también filósofo.

Con la siguiente expresión de uno de sus mentores podemos resumir lo que este método trata de hacer, B. Russel decía: *-Entiendo por honradez científica [sic] el hábito de basar nuestras creencias en observaciones e inferencias tan impersonales, y tan desprovistas de inclinaciones locales y temperamentales, como les sea posible a los seres humanos"* Y, además, sostiene, que ninguna proposición tiene sentido sino puede sometérsela, por lo menos en teoría, al test de la verdad factual[8]

Dejando atrás el viejo positivismo de Bacon y tomando en cuenta la moderna doctrina del positivismo lógico, las principales CARACTERÍSTICAS DEL MÉTODO CIENTÍFICO serán las siguientes:

1. Es Objetivo

Porque se ciñe a las propiedades manifiestas y latentes que le brindan la materia que estudia. Estudia los hechos tal y como son en la realidad. La ciencia se ocupa de hechos materiales, sociales y humanos empleando **técnicas y modelos** conceptuales que le permitan captar sin interferencia de nuestras preferencias, las propiedades y sus relaciones entre ellos.

2. Es Sistemático, lógico y auto correctivo

Sistemático puede entenderse como la acción de captar y presentar los elementos y las relaciones que se suceden en el objeto de estudio en forma progresiva. No ser sistemático significaría dejar lagunas, dar saltos, e inconsistencias, ser desordenado y por lo tanto imposibilitarse así mismo para ver los procesos tal como ocurren. Un sistema es un conjunto de partes que interactúan entre sí, provocando que "el todo" sea mayor que la suma de las partes.

---

[8] Disponible en la página: *www.unimar.edu.ve/gonzalezalexis/tesis_web/mametodocientifico.doc*

Lo lógico se refiere a que el acto de afirmar o negar principios y consecuencias observadas o inferidas, no se contradigan entre sí.
Auto correctivo proviene de la dialéctica que se establece entre la teoría, la observación y la praxis para conducir de manera productiva el conocimiento. Esta última, -la praxis-, siempre ofrece información que ajusta la teoría y perfecciona los datos que se obtuvieron, así como también los procedimientos que se usaron.

3. Es Trascendental

Trascendental se entiende en cuanto que no solamente hace descubrimientos, sino que los interpreta. Proyecta consecuencias que son nuevas ideas enriqueciendo el campo de la ciencia. En este contexto la palabra -Trascendental significall *"ir más allá"* de los hechos inmediatos. Ese —más allál no es especulación sin fundamentos. Es interpretación. Son consecuencias.

4. Es Verificable

Verificable en la medida en que tanto los datos, como sus fuentes (las evidencias) tienen que estar claramente correlacionadas con las afirmaciones que se hacen respecto a ellos. Cuando se verifica positivamente, se comprueba que los juicios a priori cuadran con las evidencias obtenidas. Los valores esperados son iguales a los valores obtenidos. *La verificación es un proceso de confrontación de afirmaciones teóricas, versus evidencias empíricas.* La verificación puede resultar negativa, cuando no concuerden los juicios con las evidencias. Se pueden verificar tanto el valor de los juicios verdaderos como los juicios falsos; siempre y cuando estos sean lógicos y coherentes, no tautológicos.

5. Es Comunicable y refutable

El resultado de toda investigación científica debe ser accesible a otras personas. La comunicación permite estimular la verificación de los resultados del trabajo científico por parte de terceras personas, así como los métodos empleados por el investigador. La comunicación es el aspecto de carácter social más relevante del método científico. Someterse al juicio de otros investigadores es necesario. ***El trabajo científico debe abrir la posibilidad de la refutación. La ciencia no es dogmática.***

3.3. Pasos operativos o etapas del Método Científico

Los pasos operativos del método científico son en esencia las **acciones protocolares** que aplica el investigador para obtener resultados concretos. Cuando estos pasos se comienzan a dar, ya el investigador se encuentra inmerso en el acto de la investigación. A continuación los mencionamos de forma breve, puesto que cada uno de ellos se encuentran desarrollados plenamente en otras guías.

1. Formulación del problema

Que se entiende como la "pregunta clave" que se plantea el investigador y a cuya respuesta se dedicará el resto de la investigación. Ejemplo: "Si a mayor tiempo de estudio fuera del aula, mayores son los conocimientos que se adquieren, *¿Por qué estudiantes que emplean igual tiempo de estudio, obtienen diferentes calificaciones?"*

2. Proponer una explicación teórica viable.

El método científico afirma que una colección de datos, sin una explicación que le proporciones coherencia y haga inteligible sus procesos (al estilo de Bacon) no constituye un tema científico. Veamos un ejemplo de una sencilla explicación teórica del porqué información y tiempo necesariamente tienen que estar asociados: "*El conocimiento se puede ver como una cierta cantidad de Información Procesada y Almacenada por un receptor, la información es a su vez, un conjunto de signos que tienen sentido para el sujeto receptor, el mensaje. Toda información requiere un tiempo en ser transferida desde el emisor y otro tiempo en recibirse y hacerse significativa para el receptor, en consecuencia podemos afirmar que información es conocimiento y este último es tiempo.*"

3. Proponer los datos y un método de análisis que serán válidos para medir e interpretar correctamente el fenómeno

En lo que se denomina Filosofía de la Ciencia, se afirma que los hechos de la realidad material son un compendio de propiedades, que se manifiestan como "datos" (señales codificables que emite el objeto) tanto a través de la forma como a través de su estructura. Entonces, para poder encontrar una explicación consistente del fenómeno, es necesario obtener esos datos. Ejemplo. Para el caso de los estudiantes que estudian *igual* tiempo y obtienen *iguales* calificaciones los datos que son relevantes serán entonces: *a) El tiempo de estudio fuera del aula, b) las calificaciones que se obtienen en las pruebas de conocimientos, c) los distingos de esos estudiantes con los otros que obtienen diferentes calificaciones.*

4. Verificación de los resultados

Una de las características que se aceptan como de verdadera ruptura entre los métodos antiguos y el método moderno de la ciencia lo constituye la verificación fáctica. La verificación es hoy un asunto aceptado prácticamente de forma universal. Consiste en poner "cara a cara", *vis a vis,* las explicaciones o ideas que tenemos acerca del mundo con el comportamiento que se observa en el hecho real.

Estas ideas o hipótesis se verifican con los datos que nos suministran la realidad que se investiga. Si no calzan, si aparecen diferencias, entonces tampoco se aceptan las ideas y deberán venir, en consecuencia, nuevas explicaciones. Entonces, será para ese momento, cuando se habrá logrado el conocimiento.

3.4. Reglas del Método Científico

Luego de quedar definidas las operaciones o pasos principales de la aplicación del método científico, cabe preguntarse si existen reglas que guíen la ejecución adecuada de estas operaciones.

Mario Bunge considera las siguientes reglas o instrucciones concretas para la aplicación del método Científico. (M. BUNGE, 1997: 26-27)

R1 ***Formular el problema con precisión y, al principio, específicamente***

No preguntar genéricamente, sino plantear una cuestión bien definida. Por ejemplo: preguntarse ¿En qué consiste la vida? Es una pregunta más que científica, filosófica; pero si la cambiamos por ésta: ¿Qué condiciones harían posible la vida en la luna? Es bastante específica.

R2 ***Proponer conjeturas bien definidas y fundadas de algún modo y no suposiciones que no comprometan en concreto, ni tampoco ocurrencias sin fundamento visible***
Hay que proponer hipótesis que afirmen la existencia de relaciones bien definidas, entre variables netamente determinadas, sin que esas hipótesis entren en conflicto con lo principal de nuestra herencia científica.

R3 ***Someter las hipótesis a contrastación dura, no laxa.***
La contrastación debe ser rigurosa. Por ejemplo, la hipótesis formulada por Einstein, respecto a la desviación de la luz por efecto del campo gravitacional de una estrella o planeta, fue comprobada en sus inicios por un eclipse de sol, pero en esos años era una contrastación laxa, pues podía ser coincidencia de un sólo caso. En la actualidad con las modernas técnicas de la Astronomía, se han realizado numerosos experimentos que la vuelven a confirmar (contrastación dura)

R4 ***No declarar verdadera una hipótesis satisfactoriamente confirmada; considerarla en el mejor de los casos, como parcialmente verdadera***
La ciencia no es un conocimiento acabado, es perfectible y corregible. Hasta las hipótesis que fueron ascendidas al rango de *Leyes* han sido corregidas, como es el caso de las leyes de Newton, corregidas por la teoría de la relatividad.

Toda hipótesis, así esté bien contrastada, no deja de ser una verdad probable. El alto grado de contrastación sólo incrementa el grado de certeza del enunciado. La famosa frase de Einstein *-No hay teoría eterna en la ciencia"* sería un slogan adecuado para esta regla 4 de Bunge.

R5 ***Preguntarse por qué la respuesta es como es, y no de otra manera***
El resultado de la investigación podría dar lugar a diversas respuestas y, si al obtener una respuesta nos preguntamos porque no puede ser de otra manera, lo que estamos haciendo es buscar la solución única, es decir, *estamos buscando la ley* que rige el fenómeno en estudio.

Se debe advertir que el autor en esta regla se preocupa por no limitarse en hallar simples generalizaciones que se adecuen a los datos, pues si graficamos datos como puntos en un sistema coordenado, por ellos pueden pasar infinitas curvas o funciones y no una ley que se expresa con una sola función. Pero debemos entender, que la investigación científica tiene grados de profundidad y si las Ciencias Naturales son ricas en leyes causales, las ciencias humanas no lo son por el momento, por lo que utiliza mucho las generalizaciones empíricas; pero sus investigaciones no dejan de explicar y comprender los fenómenos humanos.

Luego de establecer las 5 reglas de aplicación del método científico, el autor agrega que éstas y otras reglas están muy lejos de ser infalibles y de no necesitar ulterior perfeccionamiento. Esto es obvio, pues de lo contrario, estaría violando su propia regla N4. Por otro lado dice: no *debemos esperar que las reglas del método científico puedan sustituir a la inteligencia. La capacidad de formular preguntas sutiles y fecundas, la de construir teorías fuertes y profundas no son actividades orientadas por reglas.* En otros términos, las reglas son simplemente guías para orientar la investigación, pero si no hay capacidad, ni vocación intelectual para la actividad científica estas reglas son estériles. Es más, los científicos no se han preocupado por la fundamentación ni sistematización de las reglas, y, logros muy importantes en la ciencia, no han sido precisamente el resultado de la aplicación del método

científico tal como lo entendemos hoy: como es el caso del descubrimiento de los rayos X (W. Roetgen) o de los materiales radiactivos (G. Becquerel), que fueron accidentales y no planificados.

Pero, la importancia del método científico radica en el hecho de que su adecuada aplicación siempre nos conducirá a un conocimiento auténticamente científico, que puede ser de mucha trascendencia o un modesto trabajo. En ambos casos no dejan de ser un aporte al conocimiento, sea con fines cognoscitivos o de aplicación a la sociedad.

En nuestros tiempos, -toda investigación, para que se llame científica, tiene que ser planificada con arreglo al método arriba expuesto a tal punto que el propio Bunge lo resume en los siguientes términos: ***El método científico es un rasgo característico de la ciencia, tanto de la pura como de la aplicada: donde no hay método científico no hay ciencia. Pero no es ni falible ni autosuficiente***" (Bunge 1997: 29)

3.5. Tipologías o Clasificación del Método Científico

En sentido estricto, el método científico es único, y es lo que le da unidad a todas las ramas de la ciencia. Sus características y reglas de operación, en su forma general, ya han sido expuestas. El tema que sigue es el siguiente: Dentro de la vasta diversidad de disciplinas que estudian determinadas parcelas de la realidad, *la forma de aplicar el método científico*, sería la misma? Aunque parezca paradójico, esto ha dado lugar a lo que llamamos -clasificar el método científicol, que no es otra cosa, que tipificar reglas de operación en la aplicación del método a las diversas ramas de la ciencia; en otros términos: sistematizarlo.

La sistematización de los métodos científicos es una materia compleja y tediosa. No existe una única clasificación, ni siquiera a la hora de considerar cuántos métodos distintos existen. Sin embargo 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.

A continuación se presentará una propuesta de clasificación, no sin antes anticipar que en el método científico se distinguen dos presentaciones: por una parte la ciencia se vale de procedimientos racionales comunes a todas sus ramas, sin importar el objeto de estudio de cada una de ellas; por otra parte tenemos que considerar los procesos o técnicas que operacionalizan al método y dictan la forma especial de ejecutarlo. Así pues, sí el método general es el camino que se sigue para el logro de una meta u objetivo, un método particular consiste en un conjunto de reglas y operaciones (técnicas operativas) para el manejo de los instrumentos que auxilian al individuo en la aplicación de los métodos. Así pues existen dos clases de métodos: Los métodos generales y métodos particulares. Los primeros se usan en todas las ciencias; los segundos, son exclusivos de algunas disciplinas

3.5.1 Métodos generales

El método general de la ciencia es un procedimiento que se aplica al ciclo entero de la investigación en el marco de cada problema de conocimiento. Algunos de los métodos y que en general se basan en la aplicación de la lógica, requieren el uso del pensamiento humano en

sus funciones de análisis, síntesis, inducción, deducción y analogía. Es lo que se conoce como métodos racionales.

El pensamiento científico es objetivo, racional y sistemático; estas cualidades están estrechamente relacionadas con la realidad, la experiencia, lo empírico. El mundo de la experiencia sería caótico si el hombre no dispusiera de elementos racionales que lo puedan interpretar. La racionalidad procura interpretar la realidad en cuanto a su origen, naturaleza profunda, destino y significado en el contexto general para obtener así una visión más amplia sobre el hombre, la vida, el mundo y el ser. Esa cosmovisión a que lleva la investigación racional, no puede ser probada o verificada experimentalmente en el laboratorio.

1. El análisis y la síntesis

Todos los fenómenos que se presentan a la consideración del hombre son demasiado complejos si se les examina con detenimiento. Son simples sólo a primera vista. Si se quiere indagar las causas, es necesario separar en partes el fenómeno para estudiarlo de mejor manera. Pero como en esta separación pudieran cometerse errores, es imprescindible juntar las partes del todo separado a objeto de ver si se pueden volver a integrar de igual forma.

El análisis es un proceso mental que consiste en considerar y revisar por separado los diferentes aspectos que conforman una totalidad; por ejemplo, ante un texto nos preguntamos:
¿Cuál es la idea central? ¿Cuáles son las ideas principales y cuáles las secundarias? ¿Qué relación existe entre las ideas? ¿Qué características tiene cada idea? En otra forma el análisis es el proceso racional que parte de lo más complejo hacia lo menos complejo.

La síntesis es la operación intelectual por la cual se otorga unidad a una serie de datos dispersos y sólo se logra después de que la mente ha discriminado sus elementos y logrado un concepto que los defina a todos. Ejemplo: ante una aglomeración de personas en la calle, uno puede ver a distancia y pensar: "Se trata de personas esperando el bus" o "es un accidente" o "un pregonero vendiendo productos". Cada una de esas expresiones define el tipo de vinculación que se verifica entre los elementos del todo que estamos viendo. La síntesis pues, reúne las partes de un todo, ya separado, y las considera como unidades conceptos de "todo" y "parte" se interrelacionan; el todo presupone las partes y las partes presuponen el todo. Existen "todos" que sólo suman partes, como un montón de naranjas; y "todos" unitarios, que como unidades dependen de diversos principios organizadores; es el caso del átomo. Los "todos" pueden incorporarse en "todos" más amplios; así, las células forman tejidos y estos integran órganos; los órganos componen aparatos o sistemas de órganos; estos sistemas son parte del "todo" llamado humano.
El análisis y la síntesis son dos procesos inseparables que se enriquecen mutuamente y que pueden estudiarse en dos planos: el empírico y el racional. En el plano empírico, estos procedimientos se aplican, por ejemplo, en la descomposición y recomposición del agua mineral, a partir del oxigeno, hidrogeno, calcio, azufre, litio, etc. El análisis material, que aleja o separa uno de otro los componentes es sólo un auxiliar del análisis intelectual, y no coincide con el por completo, ya que en el análisis racional se llega de ordinario a aspectos no materiales. Sería un tremendo error concebir todo análisis según el modelo del análisis químico o de cualquier otro procedimiento analítico material.

En fin, el gran obstáculo que hay que vencer en la ciencia es, por un lado, la complejidad de los objetos (entes materiales y procesos) y, por otro, la limitación de la inteligencia humana, incapaz de extraer de la complejidad de las ideas, de los seres y de los hechos, las relaciones de causa y efecto, ni las relaciones entre principio y consecuencia. Sin el análisis todo conocimiento es confuso y superficial. Sin la síntesis, es fatalmente incompleto. El análisis debe preceder siempre a la síntesis.

2. Razonamiento inductivo, deductivo y analógico

La inducción y la deducción son, ante todo, formas de raciocinio o de argumentación, formas de reflexión, no de pensamiento simple. El pensamiento se alimenta de la realidad externa y es producto directo de la experiencia. El acto de pensar se caracteriza por ser disperso, natural y espontáneo. La reflexión, por su parte, requiere esfuerzo y concentración voluntaria; es dirigida y planificada. La conclusión del raciocinio es el último eslabón de una cadena de reflexiones. Es el período final de un ciclo de operaciones que se condicionan necesariamente. Frecuentemente, sólo se piensa en los asuntos o problemas en vez de razonar ordenada, lógica y coherentemente sobre ellos, confundiendo de esta manera la divagación irresponsable con la reflexión sistemática.

Mediante el razonamiento se produce la inferencia, por la cual el espíritu es llevado a extraer conclusiones a partir de premisas conocidas. La inducción, la deducción y la analogía son formas de inferencia.

La inducción

Es un razonamiento mediante el cual pasamos de un conocimiento de grado particular a uno de grado general. La aplicación de la inducción como método de la investigación científica se encuentra en la formulación de hipótesis y leyes científicas.

El objetivo del razonamiento inductivo es llegar a conclusiones cuyo contenido es más amplio que el de las premisas. Se puede afirmar que las premisas de un argumento inductivo correcto sustentan o atribuyen cierta verosimilitud a su conclusión; así, cuanto las premisas son verdaderas, se puede, cuando mucho, decir que la conclusión es probablemente verdadera. El argumento inductivo se fundamenta en la generalización de propiedades comunes a cierto número de casos ya observados, a todas las ocurrencias de hechos similares que acontezcan en el futuro.

Para que las conclusiones de la inducción sean verdaderas o más comúnmente posibles y logren un mayor grado de sustentación, pueden agregarse al argumento evidencias adicionales bajo la forma de premisas nuevas, que figuran al lago de las premisas inicialmente consideradas. Puesto que la conclusión por vía de inducción puede resultar falsa aún cuando sean verdaderas (o correctas) las premisas, la evidencia adicional puede favorecer la percepción con más precisión, si la conclusión es de hecho verdadera.

La inducción puede ser completa, cuando permite inferir conclusiones generales, a partir del estudio de todos los elementos que forman parte del objeto de investigación y, es posible, cuando conocemos con exactitud el número de elementos que conforman el objeto de estudio. Por ejemplo: al estudiar el rendimiento académico de los estudiantes del curso tercero de

biología, contamos con los resultados de todos los alumnos del curso, dado que es un objeto de estudio relativamente pequeño (25 alumnos). Concluimos que su rendimiento promedio es bueno, conclusión que es posible mediante el análisis de todos y cada uno de los alumnos del curso.

De otra, el método de inducción incompleta se presenta en objetos de investigación cuyos elementos no pueden ser numerados y estudiados en su totalidad por el investigador, bien sea por lo numerosos o por la imposibilidad de que los tenga todos a su alcance. Ejemplos corrientes de este tipo de inducción se presentan en las ciencias naturales, cuando se estudian comunidades de organismos.

Especies de inducción

(a) formal o Aristotélica, (b) científica o Baconiana.
La inducción formal tiene como punto de partida todos los casos de una especie o de un género y no sólo algunos. Ejemplo: Los cuerpos A, B, C, D, atraen el hierro; ahora, los cuerpos A, B, C, D, son todos imanes; luego, los imanes atraen al hierro. En este tipo de inducción no hay propiamente una inferencia, sino una simple sustitución de una colección de términos particulares por un término equivalente. Este proceso es inductivo sólo en la forma, tomando en cuenta que pasa de lo mismo a lo mismo; por ello la inducción formal es poco útil.

La inducción científica es el raciocinio mediante el cual se concluye a partir de algunos casos observados, de acuerdo con la especie que los comprende y la ley general que las rige; es decir, es el proceso que generaliza la relación de consolidad descubierta entre dos fenómenos y de la relación, casual concluye la ley. Por ejemplo, se verifica cierto número de veces que el óxido de carbono paraliza los glóbulos sanguíneos; de esta observación se infiere que siempre, dadas las mismas condiciones, el óxido de carbono paralizará los glóbulos sanguíneos. Este tipo de inducción es el alma de las ciencias experimentales. Sin ella, la ciencia no sería otra cosa que un repertorio de observaciones sin alcance.

La deducción

Desempeña un papel muy importante especialmente en las ciencias formales (lógica y matemáticas); mediante ellas se aplican los principios descubiertos a casos particulares; es decir, se convierte en la argumentación que vuelve explícitas verdades particulares contenidas en verdades universales.

El papel de la deducción en la investigación científica es doble: por una parte consiste en encontrar principios desconocidos a partir de otros conocidos (es el caso de la inducción completa). Una ley o principio puede reducirse a otra más general que la incluya; ejemplo: si un cuerpo cae, decimos que pesa porque es un caso particular de la gravitación. De otra parte, también la deducción sirve científicamente para descubrir consecuencias desconocidas, de principios conocidos; por ejemplo, sabemos que la fórmula de la velocidad es: $v = s/t$; podemos, en consecuencia, calcular con facilidad la velocidad que desarrolla un avión.

En el razonamiento deductivo se reconocen dos tipos de inferencia o conclusión: *inmediatas y mediatas.* La inferencia inmediata extrae un juicio (vale decir una conclusión) a partir de una

sola premisa. Por ejemplo: "Los libros son cultura". "En consecuencia, algunas manifestaciones culturales son libros".

En la inferencia mediata la conclusión se obtiene a partir de dos o más premisas. Por ejemplo: "Los ingleses son puntuales." "William es inglés." "Por tanto, William es puntual"

El dominio de la deducción es la relación lógica que se establece entre proposiciones, y su validez depende del hecho de que la conclusión sea siempre verdadera, en tanto que las premisas también lo sean. Así, admitidas las premisas se debe admitir también la conclusión; esto, porque toda la afirmación o contenido factual de la conclusión ya estaba, por lo menos implícitamente, en las premisas.

El proceso deductivo, lleva al investigador de lo conocido a lo desconocido con poco margen de error, pero es de alcance limitado (se usa especialmente en las demostraciones matemáticas) pues el contenido de la conclusión no puede exceder al de las premisas.

La Analogía

Consiste en inferir de la semejanza de algunas características entre dos objetos, la probabilidad de que las características restantes sean también semejantes. En la vida cotidiana utilizamos frecuentemente calidad, por el hecho de que hemos tenido otro de la misma marca que nos dejó satisfechos; pero puede suceder que el aparato electrónico, a pesar de todo, no tenga la calidad esperada. Así pues, los razonamientos analógicos no son siempre válidos; sus conclusiones tienen mayor o menor grado de probabilidad.

Elementos del método científico

Como uno de los primeros pasos y elementos del método científico está el análisis lógico (tanto sintáctico como semántico), primera operación que debiera emprenderse al someter a verificación las hipótesis científicas, sean fácticas o no. Sin embargo, los enunciados fácticos no analíticos, esto es, proposiciones referentes a hechos pero que no pueden decidirse con la ayuda de la lógica, tendrán que concordar con los datos empíricos o adaptarse a ellos. El método científico, aplicado pues a la comprobación de afirmaciones informativas, se reduce al método experimental.

De otra parte, la experimentación involucra la modificación deliberada de algunos factores; es decir, someter el objeto a estímulos controlados. Pero lo que habitualmente se llama "método experimental" no envuelve necesariamente experimentos en el sentido estricto del término, y puede aplicarse fuera del laboratorio. Esto ocurre, por ejemplo, con la astronomía, la cual no experimenta con cuerpos celestes que no puede traer bajo control manual en una mesa de laboratorio, pero es, a pesar de todo una ciencia empírica porque aplica el método experimental.

Toda ciencia fáctica especial elabora sus propias técnicas de verificación y, entre ellas, las técnicas de medición son típicas de la ciencia moderna; pero, en todos los casos, estas técnicas, por diferentes que sean, no constituyen fines en sí mismos: todas ellas sirven para contrastar ciertas ideas con ciertos hechos por la vía de la experiencia. O, si se prefiere, el objetivo de las técnicas de verificación es probar enunciados referentes a hechos por vía del

examen de proposiciones, referentes a la experiencia (y, en particular, al experimento). Este es el motivo por el cual los experimentadores no tienen por qué construir cada uno de sus aparatos e instrumentos, pero deben, en cambio, diseñarlos y usarlos a fin de poner a prueba ciertas afirmaciones.

Las técnicas especiales, por importantes que sean, no son sino etapas de la aplicación del método experimental, que no es otra cosa que el método científico, en relación con la ciencia fáctica; y la ciencia, por fáctica que sea, no es un montón de hechos sino un sistema de ideas. El método general de la ciencia es un procedimiento que se aplica al ciclo entero de la investigación en el marco de cada problema de conocimiento. Y cada método especial de la ciencia es relevante para algún estadio particular, de la investigación científica, de problemas de cierto tipo. Lo mejor para darse cuenta de cómo funciona el método científico consiste en emprender, con actitud inquisitiva, alguna investigación científica lo suficientemente amplia como para que los métodos o las técnicas especiales no oscurezcan la estructura general. El convertirse en especialista de algún estadio del trabajo científico, como la medición, por ejemplo, no basta ni mucho menos para conseguir una visión clara del método científico; más aún, eso puede sugerir la idea de que hay una pluralidad de métodos inconexos en lugar de una sola estructura metódica subyacente a todas las técnicas.

3.5.2.-Métodos Particulares

Señalaremos algunos de ellos que tengan especial relevancia.

1. **Método experimental**:
   Algunos lo consideran, por su gran desarrollo y relevancia, un método independiente al método empírico, considerándose a su vez independiente de la lógica empírica su base, la lógica experimental. Comprende a su vez:
2. **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.
3. **Método de la observación científica**:
   Es el propio de las ciencias descriptivas.
4. **Método de la medición**:
   A partir del cual surge todo el complejo empírico-estadístico.
5. **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.
6. **Método dialéctico**:
7. La característica esencial del método dialéctico es que considera los fenómenos históricos y sociales en continuo movimiento. Dio origen al materialismo histórico.
8. **Método fenomenológico**
   Conocimiento acumulativo y menos autocorrectivo.

9. **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.

10. **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.

11. **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.

5.6. El método Empírico como método para la eliminación de falacias y prejuicios

Según la enciclopedia Wikipedia, entendemos por ‑prejuicio‖ el tomar decisiones sin tener una experiencia propia (un hecho que evolutivamente parece estar extendido). En psicología, este término hace referencia a la distorsión de la información que se produce en nuestro cerebro al procesarla; por lo tanto ‑prejuicio‖ o sesgo de confirmación es la tendencia a buscar o interpretar información de un modo que confirme nuestras propias preconcepciones.

Asimismo, un **prejuicio cognitivo** (del inglés *cognitive bias*, _predisposiciones cognitivas') es una distorsión cognitiva que afecta al modo en el que los humanos percibimos la realidad.

El prejuicio o sesgo es un error que aparece en los resultados de un estudio debido a factores que dependen de la recogida, análisis, interpretación, publicación o revisión de los datos que pueden conducir a conclusiones que son sistemáticamente diferentes de la verdad o incorrectas acerca de los objetivos de una investigación.

La **falacia lógica** es un modo o patrón de razonamiento que siempre o casi siempre conduce a un argumento incorrecto. Esto es debido a un defecto en la estructura del argumento que lo conduce a que éste sea inválido. Las falacias lógicas suelen aprovecharse de los prejuicios o sesgos cognitivos para parecer lógicas. Cambiándose a veces el error inconsciente o involuntario, por una manipulación deliberada. Por eso, las falacias lógicas son los mecanismos automáticos más comunes para poner en práctica los sesgos cognitivos.

El método científico envuelve la observación de fenómenos naturales, luego, la postulación de hipótesis y su contrastación. 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. Lo posible es compensar el sesgo o

modificar las propias creencias mediante el método científico, como mecanismo para descartar hipótesis que son falsas.

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).

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.

Después, 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 o contrastarse están dentro del ámbito de la ciencia, lo que permite desechar muchas teorías. Si las hipótesis enunciadas fueran válidas 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 método científico no sólo debe ser el hecho probado por la experimentación directa sino que debe ser posible repetirlo.

El problema con los prejuicios cognitivos es que normalmente se aplican a conceptos que cambian con regularidad; quizá 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).

CAPÍTULO N°4

Los Problemas Científicos

4.1 QUÉ ES UN PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La investigación -científica o no- consiste en hallar problemas, identificarlos, formularlos y tratar de encontrar su solución, sea con ayuda del conocimiento existente, sea con el conocimiento nuevo y, en todo caso, a la luz de la razón y de la experiencia. Desde luego, dejar de tratar problemas es dejar de investigar. Los problemas pueden a veces estar referidos a carencias objetivas, desconocimiento de síntomas, causas, efectos, relaciones, procesos o indicadores, que den cuenta de la línea de base o situación de partida de cualquier esfuerzo investigativo.

En la vida cotidiana y en la científica se presentan problemas de la más diversa índole. Pero, cuestiones como las que siguen, ameritan alguna consideración que pueden llevar a aclarar, en principio esta temática sobre el problema de investigación.

4.2 ¿QUÉ ES UN PROBLEMA CIENTÍFICO?

La variedad de los pensamientos, ya sean cotidianos o científicos, es infinita. Lo mismo sucede con los problemas. La naturaleza y la sociedad nos presentan a diario nuevos problemas; pero no tendría caso considerarlos todos; sería poco menos que imposible y carecería de interés. A la metodología de la ciencia le preocupan de manera preferente los problemas científicos. Pero, no todo problema, como es obvio, es un problema científico: los problemas científicos son exclusivamente aquellos que se plantean sobre un trasfondo científico y se estudian con medios científicos, y con el objetivo primario de incrementar nuestro conocimiento.

Si el objetivo de la investigación es práctico más que teórico, pero el trasfondo y los instrumentos son científicos, entonces el problema lo es de ciencia aplicada o tecnología y no de ciencia pura. Sin embargo, no es una línea rígida la que separa los problemas científicos de los tecnológicos, pues un mismo problema, planteado y resuelto con cualquier fin, puede dar una solución que tenga ambos valores, el cognoscitivo y el práctico. Así, por ejemplo, los estudios de ecología y etología de los roedores pueden tener a la vez valor científico y valor práctico, para la agricultura y la medicina.

Los problemas por resolver implican la necesidad de hallar la respuesta a una cuestión indagada, descifrar los valores de ciertas incógnitas, descubrir algún proceso desconocido, encontrar la manera de intervenir en el comportamiento de un proceso para cambiarlo, construir objetos o instrumentos, formular nuevos conceptos, inferir conclusiones, establecer hipótesis o determinar explicaciones pertinentes.

Son ejemplos de problemas científicos:

1. El efecto de una droga en el sistema nervioso.
2. Evitar el rechazo del cuerpo humano a los órganos trasplantados.
3. Demostrar un teorema.
4. Explicar hechos mediante teorías.

Un problema de investigación es un punto de conflicto conectado con una situación de dificultad, en la que hay una laguna de conocimiento, una duda por resolver o un deficiencia práctica por satisfacer para el logro de un objetivo y, para lo cual, pueden preverse dos o más soluciones (hipótesis). El problema de investigación se origina en una dificultad teórica o práctica, o en una curiosidad acerca de ciertos hechos, que no puede resolverse automáticamente sino que requiere una investigación teórica o empírica. Todo problema de investigación lleva implícita la solución a una necesidad social.

Las plagas, para las sociedades agrícolas, han constituido uno de los problemas más importantes de investigación, pero a la vez han conducido a soluciones entomológicas de las que gozamos en la actualidad. Pero, la simple curiosidad no engendra problemas y, la idea de que debe buscarse la verdad, solamente estudiando los hechos es totalmente superficial y no puede iniciarse ninguna investigación hasta no haber experimentado alguna dificultad, en la aclaración de alguna situación práctica o teórica. Es esa dificultad o problema la que guía la búsqueda de un orden en los hechos, en términos del cual aquella pueda ser superada.

De nada sirve quebrantar nuestro cerebro si andamos insensibles y ciegos ante los hechos de la vida, que es donde radican los problemas. Según lo señalara Einstein, tener identificado el problema significa tenerlo resuelto en un ochenta por ciento y con ello, asegurado el éxito de la investigación; lo demás, es sólo cuestión de aplicar la habilidad matemática o el entrenamiento en el manejo de técnicas específicas para la obtención de datos. El planteamiento del problema - quién lo creyera- es mucho más importante que su solución.

En los problemas de investigación se encuentran aspectos conocidos y también elementos desconocidos. Los aspectos conocidos pueden constituir los síntomas, los efectos, los resultados de algo que se convierte en incógnita. El problema se muestra en este caso a través de sus manifestaciones. Pero puede ocurrir también que el aspecto conocido ya no sea el efecto sino la causa, su origen.

Los aspectos conocidos del problema de investigación permiten diagnosticarlo y caracterizarlo. Conociendo la causa o el efecto de un problema de investigación será posible un acercamiento cuyo resultado será un diagnóstico, un primer reflejo para el dominio del problema. *Los aspectos desconocidos* del problema constituyen el factor hipotético, el origen de una suposición científica. Precisamente, el hecho de desconocer una serie de factores conducen al investigador a lanzar sugerencias que, al cumplir ciertos requisitos, se convierten en las hipótesis por demostrar.
El problema de investigación existe en relación con un objeto de investigación y sólo puede ser entendido en la medida en que lo sea el objeto en el cual se manifiesta. El paciente es para el médico su objeto de investigación, mientras que la enfermedad es su problema.

Como cualquier fenómeno del universo el problema de investigación no es estático sino que corresponde a una dinámica en la que se presentan tres fases: latencia, manifestación y solución. En la fase de *latencia* podemos decir que el problema ya existe en un objeto, pero sus síntomas aún no son manifiestos y, por lo tanto, no ha podido ser reconocido socialmente. En la fase de *manifestación*, el problema se revela a través de algunos de sus elementos y, por lo tanto, es fácil reconocerlo social y científicamente, es decir, existe y además se sabe de su existencia. La *solución* es la fase en que se reconocen o bien las causas, o bien los efectos de la existencia del problema y, por lo tanto, se pretende conocer sus soluciones.

La identificación y clara delimitación de un problema con miras a su investigación científica no es cosa fácil de lograr, pues no existen reglas para ello; el acto mismo de "inventar" o descubrir un problema es algo que escapa al análisis lógico. Sin embargo, pensar verdaderamente un problema determinado que sea teóricamente significativo y, en principio investigable, puede convertirse en una empresa de reflexión muy cuidadosa y que no suele emprenderse sin un mínimo de vocación.

4.3. LOS PROBLEMAS: FUENTE DE LA CIENCIA

El Hombre, único ser problematizador, es también el único que puede sentir la necesidad y el gusto de añadir dificultades a aquellas que le plantean el medio natural y el medio social. Aún más, la capacidad de percibir novedad, de ver nuevos problemas es un indicador del talento científico, en una época en la que se presta más atención a la resolución de problemas que al descubrimiento de problemas. Cuanto más rentables son los problemas descubiertos, planteados y resueltos por un investigador, tanto mayor es la valía de éste. Pero, no hace falta que los resuelva todos: basta con que suministre a otros investigadores problemas cuya solución puede constituir un progreso relevante del conocimiento.

La actitud problematizadora es característica relevante y la más visible de la ciencia. Las tareas del investigador son: tomar conciencia de problemas que otros pueden haber pasado por alto (percepción de una realidad); insertarlos en un cuerpo de conocimiento (marco teórico y conceptual) e intentar resolverlos con el máximo de rigor (planeación y diseño de la investigación), ante todo para enriquecer el conocimiento (valor intelectual y social de la ciencia).

El progreso del conocimiento consiste en plantear, aclarar y resolver nuevos problemas - pero no problemas de cualquier clase-, esto es, problemas demasiado triviales o problemas que van más allá de sus fuerzas, o problemas aislados. La selección errada de los problemas como consecuencia de una contemplación equivocada del mundo y de la investigación es causa principal del fracaso, no sólo de ciertas escuelas de pensamiento sino de muchas investigaciones.

Las necesidades prácticas son fuente de problemas científicos, pero el insistir exageradamente sobre la aplicación práctica (por ejemplo la industria o la política) a expensas del valor científico, intrínseco de la investigación, es a largo plazo esterilizador. En primer lugar, porque los problemas científicos no son primariamente problemas de acción sino de conocimiento; en segundo lugar, porque no puede realizarse trabajo creador más que con entusiasmo y el entusiasmo puede fácilmente faltar si la línea problemática de investigación no se elige libremente y movidos por la curiosidad.

Al igual que en la vida cotidiana, en la ciencia del planteamiento de grandes tareas acarrea grandes éxitos y grandes fracasos. Nadie puede esperar que preguntas superficiales y modestas reciban respuestas profundas y muy generales. El camino más seguro es sin duda la selección de problemas triviales. Los que buscan ante todo la seguridad, deben escoger problemas pequeños; sólo los pensadores más amigos del riesgo tomarán el de gastar muchos años en luchar con problemas de grandes dimensiones que no le asegurarán ni continuidad ni ascensos en su carrera. Las grandes revoluciones se han producido siempre en la ciencia pura por obra de personas de este carácter, más que por descubrimientos casuales de investigadores prolijos y sin imaginación, dedicados a problemas aislados y reducidos.

No hay técnicas para elaborar problemas que sean a la vez profundos, fecundos y resolubles con medios prescritos. Pero pueden ser útiles los siguientes consejos:

1. Criticar soluciones conocidas, esto es, buscar puntos débiles en ellas.
2. Aplicar soluciones conocidas a situaciones nuevas y examinar si siguen valiendo para éstas.
3. Generalizar viejos problemas.
4. Buscar relaciones con problemas pertenecientes a otros campos.

Una vez propuesto un problema a la investigación, hay que estimar su valor, aunque tampoco se conocen reglas ya listas para estimar a priori la importancia de los problemas y sólo los investigadores con experiencia, amplia visión y grandes objetivos pueden estimar con éxito los problemas, pero tampoco de un modo infalible.

En todo caso, además de la elección del problema adecuado, el éxito presupone la elección de los medios indicados para resolverlo. La sabiduría en la elección de líneas de investigación se manifiesta en la selección de problemas, que sean a la vez fecundos y de solución posible dentro del lapso de una vida humana. Y esto requiere un sano juicio u olfato que puede, sin duda, mejorarse cuando ya se tiene, pero no adquirirse sólo por experiencia.

4.4. ¿DE DÓNDE SURGEN LOS PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN?

Los problemas de investigación se presentan de muchas formas y pueden originarse, entre otras, en las siguientes fuentes:

a. Un interrogante o vacío en el conocimiento de algún aspecto de la realidad y para el cual no se tiene todavía una respuesta.
b. Discrepancias acerca de varias investigaciones sobre una misma cuestión en estudio, cuyos resultados parecen no concordar entre sí.
c. Debate o polémica sobre un asunto de interés público.
d. Determinados hechos, para los cuales no se cuenta con la explicación que dé razón de su ocurrencia.

Los problemas pueden serle asignados al investigador, o bien pueden ser el producto de su propia creatividad. Concebida la investigación como un trabajo creativo, hay que subrayar en torno a lo primero que, vengan las sugerencias emanadas de directores, patrocinadores, o aún de usuarios potenciales de los resultados investigativos, no debe ahorrarse esfuerzo creativo

por parte del investigador, en cuya mente - y sólo en ella - se encuentra el germen y se abren las primeras luces de un problema concreto que amerita investigación. Lo ideal es que sea el propio investigador quien plantee el problema surgido de su conocimiento consciente de una situación real, empíricamente verificable. Cuando el problema no es producto directo de la iniciativa del investigador su trabajo puede conducir a resultados muy pobres, porque quien propone una investigación y no la realiza puede darle un tratamiento muy superficial al asunto. De otra parte, sólo el investigador sabe cuáles son sus propias limitaciones en el conocimiento del problema.

4.5. LÓGICA DE PROBLEMAS

La lógica se ocupa fundamentalmente de los procesos de la investigación científica. Pues bien, la investigación misma supone siempre el planteamiento de problemas, ya que su tarea consiste justamente en resolverlos. La ciencia, tanto en general como en particular, constituye una sucesión interminable de problemas, que llegan a resolverse solamente para venir a plantear nuevos problemas que, a su vez, al ser resueltos pondrán al descubierto otros interrogantes, y así sucesivamente. En esta característica de la ciencia no se ve otra cosa que la infinitud de las manifestaciones del universo, cuya determinación nunca se puede terminar.

Ahora bien, dentro del pensamiento se distinguen dos elementos, el juicio y la interrogación. Pero, el juicio es el resultado de una pregunta y ésta, por su parte, resulta de juicios anteriores. De esta manera, el pensamiento se compone de una serie de preguntas y respuestas que se encuentran conectadas estrechamente entre sí, que se suponen unas a las otras y que surgen recíprocamente. Por lo tanto, como en el planteamiento de un problema se encuentran implicados muchos juicios anteriores y puesto que el problema mismo conduce a la posibilidad de nuevos juicios, entonces dicho planteamiento se encuentra sujeto a las condiciones que se establecen para el juicio.

En la investigación científica todo juicio dado es respuesta a una pregunta previa y la pregunta fija las condiciones dentro de las cuales es necesario encontrar la respuesta. Una de esas condiciones es el punto de vista general, desde el cual el juicio llegará a una caracterización determinada de una materia de conocimiento. Pero, esa materia de conocimiento no es lo ya determinado sino lo determinable.

Toda investigación comienza con un problema. Una lógica de la investigación científica tiene que dar cuenta de esto hecho. La ciencia progresa merced a que el hombre de ciencia, insatisfecho, se lanza a la búsqueda de nuevas verdades.

En tal empeño el investigador, primero, suscita y propone temas o cuestiones en un determinado territorio del saber; segundo, forja un boceto (plan de trabajo) encaminado a dar respuesta al problema.

La aporética o lógica del interrogante científico estudia las condiciones de los problemas válidos y de las cuestiones conexas. La lógica tradicional no consideró el estudio de los problemas científicos por estar desconectada a la investigación particular. Pero todas las ciencias hacen preguntas, plantean sus cuestiones de estudio, y hay que realizar este planteamiento de acuerdo con leyes lógicas.
Dos son los supuestos lógicos del planteamiento y de las preguntas:

a) El principio heterotético del pensar.

b) Ciertos datos conocidos.

La heterotesis significa afirmación incompatible con conocimientos previos. Toda cuestión científica implica una contradicción que promueve la búsqueda de una solución, la cual, a su vez, encontrará en su camino una nueva contradicción, y así sucesivamente. Ejemplo: se creyó que la Tierra no tenía movimiento alguno y que, aparentemente, el sol, la luna y todos los astros giraban en torno a ella; pero nuevas observaciones contradijeron esta afirmación.

En cuanto al segundo supuesto de la aporía, el conocimiento implica otros ya adquiridos susceptibles de superarse en el tránsito dialéctico del saber. La pregunta de si gira la Tierra en torno del Sol, supone no sólo la contradicción de aquellos hechos, sino también una serie de conocimientos a saber: esfericidad del globo terráqueo, movimiento de otros astros, etc.

La clasificación lógica de las interrogaciones se hace tomando en cuenta la función de la materia del juicio; ésta es correlativa a la del predicado. Por lo tanto, hay que derivar la pauta para distinguir las especies de preguntas científicas, de la que se tomó para clasificar el concepto. Se tienen entonces, aporías genéricas de una materia de conocimiento. Ejemplo: ¿A qué tipo de animales pertenecen los insectos? Respuesta: a los artrópodos.

Hay también aporías específicas; por ejemplo, ¿Cuántas clases de felinos existen? Con respecto a la función categorial del juicio, se dan aporías por su relación lógica: sobre la esencia o *el qué* de los objetos, sobre la *causa* de los fenómenos, sobre su *acción recíproca*. Ejemplos: ¿qué es el cáncer? ¿cuál su causa?

Cualquier conocimiento ha de concebirse como solución a un problema. El juicio, v. gr., "no existen cuerpos en reposo absoluto", es la contestación a una pregunta en el marco de la física. Busquemos el origen de la pregunta planteada. Supongamos que se haya fijado el interrogante: "¿Existen cuerpos en reposo?". Partiendo del hecho de que el sol está animado de movimiento (conocimiento por cierto que negaba la idea antigua de que esta estrella era fija), se cumple la primera condición necesaria de todo interrogante científico. También se verifica el segundo de los supuestos precitados.

Para lanzar la pregunta se admiten, en efecto, las ideas ya conocidas de "reposo absoluto" y "cuerpo". Sin estas nociones previas que involucran un conjunto de leyes rigurosas, la pregunta no tendría sentido alguno, y así, en este orden regresivo. En otras palabras, cualquier problema científico supone una solución de antemano lograda, un conocimiento ya adquirido; respuesta, a su vez, que implica forzosa y manifiestamente una pregunta determinada.

Pese a las señaladas concordancias que existen entre el juicio y la aporía, en esta última se pueden distinguir algunas características propias que no se destacan con la misma significación del juicio. En primer lugar, el planteamiento de un problema siempre toma en cuenta, de modo sintético, los conocimientos adquiridos con anterioridad; pero, no se mantiene en el momento de su expresión, como es el caso en el juicio, sino que los proyecta en determinada dirección, en una tentativa por resolver las incógnitas que el propio desarrollo del conocimiento contiene.

Por otra parte, en el problema se expresan, fundamentalmente, los resultados de la experimentación y del desarrollo teórico que no se pueden explicar por completo con apoyo de los conocimientos anteriores; a diferencia del juicio, en el cual se exponen más bien las verificaciones obtenidas en la teoría y en la experiencia.

Cualquiera que sea la naturaleza de un problema, pueden distinguirse en él los siguientes aspectos:

a. El problema mismo, como objeto conceptual o creación del intelecto, diferente de un enunciado.
b. El acto de preguntar, antecedido por el acto de pensar (ambos objeto de la psicología).
c. La expresión del problema mediante un conjunto de sentencias interrogativas (aspecto lingüístico).

De estos aspectos, en la investigación científica interesa el tratamiento de problemas como clases de ideas analizables con la ayuda de otras ideas, generalmente reunidas en lo que se conoce como cuerpo de conocimiento previo, preexistente.

En todo problema de investigación aparecen ideas de tres clases: *el fondo, el generador y la solución presunta*, si existe.

En general, el *fondo* del problema está constituido por el conocimiento preexistente, que consiste en un conjunto de hechos, datos o resultados de observaciones y, en particular, por los presupuestos específicos del problema o sea, afirmaciones (un cuerpo de enunciados de teoría o también de hechos) que están de un modo u otro implicadas, pero no puestas en tela de juicio por la formulación del problema.

El *generador* es la función preposicional suministrada por el problema al aplicar el signo "?" una o más veces, es decir, cuando el problema se desglosa en varios subproblemas o preguntas.

La *solución* del problema la constituye un conjunto de fórmulas hipotéticas (enunciados fácticos generales susceptibles de verificación empírica) que todo problema tiende a producir y que, cuando se insertan en el generador del problema, lo convierten en un conjunto de proposiciones o enunciados particulares, relativos a cada pregunta, con un determinado valor de verdad. La mayoría de los problemas de la ciencia fáctica tienen soluciones meramente aproximadas; sólo los problemas relativamente triviales tienen soluciones exactas; pero lo importante no es conseguir soluciones totalmente verdaderas para problemas de toda clase: lo importante es tener medios para corregir errores e imprecisiones y perfeccionar las soluciones disponibles.

Es necesaria la inclusión de variables en las preguntas, pues de lo contrario los interrogantes estarían relacionados con problemas dotados de una única incógnita, lo cual a su vez presupondría proposiciones que no pueden ser más que verdaderas o no verdaderas, esto es, que sólo originarían respuestas del tipo "SI" o "NO" , o que se responden simplemente con un concepto cuantitativo de lugar. Por ejemplo: la formulación "¿Es p verdadero?", presupone que la proposición no puede ser más que verdadera o no verdadera. Todo lo anterior significa,

a su vez, que se está frente a un problema mal formulado y por lo tanto irresoluble con los medios concretos utilizados en ciencia factual (datos, teorías y técnicas). Ejemplos, de esta clase de problemas: "Se están extinguiendo las plantaciones de fique en el oriente de Cundinamarca?" ; primera respuesta: SI; segunda respuesta: NO ; y también, la pregunta: " ¿ Dónde se registran aumentos anuales de temperatura?"; respuesta única: " en el oriente de Cundinamarca ", que es un concepto cuantitativo de lugar.

La pregunta " ¿Cuál es la longitud de esta varilla?" tendrá una sola respuesta con la condición de que 'ésta' sea un nombre no ambiguo en el contexto dado y, además, que el sistema de referencia, la unidad de longitud, la temperatura y la presión hayan sido indicadas. La pregunta "¿Dónde está c?" no está completamente determinada: un hombre (' *c* ' en este caso) no individualiza nada, a menos que sea en un contexto; hay que indicar el conjunto de propiedades A que identifican a *c*, y preguntar entonces: "¿Dónde está el *c* tal que *c* es un A?".

Un problema puede estar bien conformado, pero con un fondo vagamente indicado, o tenerlo defectuoso. Por ejemplo, la pregunta "¿Es *p* verdadero?" está bien construida, pero al formularla presuponemos que *p* tiene o puede recibir un sólo valor veritativo. Lo cual no es en modo alguno obvio, porque *p* puede ser falso en un sistema y verdadero en otro. Análogamente, el problema "¿Cuál es el punto de fusión del azufre?", presupone que el azufre tiene un sólo punto de fusión, cualquiera que sea su forma cristalina, y eso es falso. Nunca puede plantearse una pregunta sin presuponer algo. El plantear presupone nuestra propia existencia, y el preguntar acerca del comportamiento de las cosas presupone, por lo menos, la posibilidad de la existencia de éstas y la posibilidad de que las conozcamos en alguna medida. Como no hay pregunta sin un trasfondo, y como éste puede constar de falsedades, o de ideas debatibles, la aceptación ingenua de una pregunta, sin examinar su trasfondo, no tiene más valor que la aceptación ingenua de una respuesta sin examinar su fundamento.

Como conclusión de todo lo anterior, no hay que dejarse confundir por la aparente ausencia de variables en los problemas; hay que buscarlas a través de preguntas; pero no hay que inventarlas: hay que construirlas con un soporte lógico y con la ayuda de datos, teorías y técnicas. No pueden resultar al azar ni por capricho. No se obtienen respuestas determinadas sino cuando se formulan preguntas determinadas.

Los problemas científicos no nacen pues en el vacío, sino en el humus de un cuerpo de conocimientos preexistente constituido por datos, generalizaciones empíricas, teorías y técnicas.

4.6. EL PROBLEMA EN INVESTIGACIÓN APLICADA

La investigación emprendida con el propósito específico de obtener información, para ayudar a resolver un problema definido, se conoce como Investigación Aplicada. Sin embargo, no es necesario que los resultados resuelvan de hecho el problema que dio origen al proyecto, aunque es de esperar que lo hagan, pero sí es necesario que la investigación esté orientada hacia un problema específico. En un trabajo de esta naturaleza, cuyo objetivo práctico plantea principalmente algún tipo de conocimiento inmediatamente pragmático, orientado según fines y valores utilitarios, y por el interés de acciones inmediatas tendientes a modificar la realidad con fines de bienestar, el problema debe caracterizarse por los siguientes aspectos:

1. Ha de reflejar una necesidad sentida que surge de una tensión social, un conflicto, fracaso, incidente probable, o acaso una falta de conocimiento. Se espera que la necesidad quede sujeta a cambios como resultado del proceso investigativo.
2. No debe ser hipotético; debe fundamentarse en hechos reales, de tal modo que clarifique cuáles de ellos son verdaderos y aceptables y conducen a la exposición del problema.
3. Debe sugerir hipótesis significativas y susceptibles de contrastación empírica. Cuando no hay evidencias de hipótesis susceptibles de prueba, no existe un problema de investigación o éste no ha sido bien formulado.
4. Debe ser relevante y manejable. Demasiada ambición (abarcar problemas muy generales, amplios, o que contengan numerosos elementos problemáticos), falta de precisión adecuada o inexperiencia hacen los problemas inmanejables. El manejo del problema está condicionado no sólo por la familiaridad que el investigador tenga con teorías y conocimiento de su ciencia y en particular con el cuerpo de conceptos y observaciones pertinentes al área que investiga, sino por los recursos de tiempo, humanos, físicos, etc. Hay que tomar en cuenta este punto, ya que el estudio de problemas difíciles de manejar bajo determinadas circunstancias, termina frecuentemente en resultados superficiales, inconsistentes o imprecisos, de casi ninguna contribución.
5. Debe diferenciarse de la situación problemática. Una situación problemática genera varios tipos de problema, investigables o no, que pueden tener diferentes grados de prioridad o importancia. En el caso de la investigación aplicada es vital la descripción clara de la situación problemática y se espera que el investigador, debido a su preparación, estará en capacidad de detectar las características técnicas de un problema, por lo cual es parte de su responsabilidad el conocer los síntomas con amplitud y diagnosticarlo con la precisión debida.

El investigador moderno no es tanto un acumulador de conocimiento sino un generador de problemas. La investigación puede nacer allí donde aparece un problema y es menester hacer conciencia en que los problemas de la ciencia son parciales y por consiguiente lo son también sus soluciones. Al comienzo los problemas son estrechos, o es preciso estrecharlos, aunque a menudo lo más difícil es distinguir cuáles son en realidad los problemas investigables.

La identificación y clara delimitación de un problema, con miras a su investigación científica, no es cosa fácil de conseguir, pues no existen reglas para ello; el acto mismo de inventar o *descubrir un problema* es algo que escapa al análisis lógico. Sin embargo, pensar verdaderamente un problema determinado en forma teóricamente significativa y que en principio sea investigable, puede convertirse en una empresa de reflexión muy cuidado y que no suele emprenderse sin un mínimo de vocación.

La actitud problematizadora caracteriza a toda actividad racional y son tareas del investigador tomar conocimiento de problemas que otros pueden haber pasado por alto, insertarlos en un cuerpo de conocimientos, e intentar resolverlos con el máximo rigor, y, primariamente, para enriquecer el conocimiento.

La simple curiosidad no engendra problemas, ya que surgen entonces problemas respecto a procedimientos disponibles y problemas metodológicos. Tampoco basta con tener una técnica para la resolución del problema: es necesario poseer también un conjunto de datos. Pero, aunque la posesión de un acervo de datos, técnicas y teorías es necesaria para plantear y atacar

un problema científico, no es suficiente; hay que estar razonablemente seguro de que se es capaz de reconocer la solución una vez que se la ha encontrado. Será necesario estipular por anticipado qué clase de solución va a considerarse adecuada y qué clase de comprobación, de la solución propuesta, se considerará satisfactoria; de no ser así, es fácil enfrascarse en una investigación estéril o en una discusión sin fin.

Para que la investigación científica sea fecunda hay que añadir una condición de orden psicológico muy importante, a saber, que el problema sea interesante para el investigador y que éste se encuentre bien equipado para estudiarlo; ello requiere una familiaridad previa con las motivaciones científicas cognoscitivas -no personales- del problema. Ahora bien, la familiaridad con el planteamiento de problemas y el desarrollo de una sensibilidad al respecto, dependen tanto de las tendencias del individuo como del estado de la ciencia por la cual se interesa; y esto se caracteriza, no sólo por los logros, sino también por las tendencias y modas del momento.

A este respecto, e infortunadamente, se registra un elemento de superficialidad dictada por la moda, pues la mayoría de la gente gusta de estar al día, no sólo en cuanto a conocimientos sino también respecto de temas mismos. Esto ya no es nada razonable, porque induce un clima de subestimación y consiguientemente la falta de apoyo a una investigación seria pero que no esté de moda. Frente a esta situación, hay que considerar seriamente que el valor de los problemas y de las investigaciones, en ellos originadas, no depende de los muchos o pocos que los apoyen en un momento dado, sino de los cambios que su estudio podría imponer a nuestro cuerpo de conocimientos.

No se conocen condiciones necesarias que garanticen la fecundidad de un problema, pero todo problema de investigación, si se estudia seriamente, dará algún fruto, antes o después.

Qué viene después de la solución de los problemas? Podría decirse que lo más probable es que el investigador mismo u otra persona suscite inmediatamente, o poco después, toda una nueva serie de cuestiones problemáticas, dudas o inquietudes relacionadas con la resuelta. La investigación es una cadena que se sostiene gracias al carácter imperfecto y sistémico del conocimiento científico: las soluciones obtenidas pueden mejorarse y provocar correcciones en el conocimiento anterior y, a su vez, suscitar enteras líneas nuevas de investigación.

Si los problemas considerados se proclaman resueltos, no puede haber nada que progrese. El progreso humano depende cada vez más del *investigador que libremente busca problemas*, que del sabio que no conoce más que soluciones ya listas; por eso, el reconocer que son problemas los que como fuente inagotable de ideas mantienen en movimiento los procesos de investigación, debe modificar las corrientes de pensamiento y de concepción de la misma, centradas hoy más sobre los datos que sobre lo buscado.

Una organización inteligente de la ciencia, lejos pues de exigir resultados inmediatos, impulsará la investigación de todo problema bien formulado que haya surgido en la imaginación de un investigador competente.

CAPÍTULO N°5

Las Hipótesis Científicas

5.1. Introducción

Cuando el investigador se propone descubrir las leyes que rigen ciertos fenómenos, debe emplear métodos complejos y delicados para descubrir estas relaciones esenciales e interpretarlas, lo que implica una serie de procedimientos previos. En primer lugar, debe comprobar la existencia del hecho; en segundo lugar, **-debe suponer"** una explicación del hecho, y en tercer lugar, debe verificar una explicación hipotética. De estos tres momentos lo más importante es la formulación de la hipótesis y su verificación.

Veamos ahora en qué consiste la hipótesis; no sin antes indicar, que todo el estudio se resume a responder cuatro preguntas básicas: **¿Qué es una hipótesis? ¿Cómo se formula? ¿Para qué sirve? ¿Cómo se contrasta?** Por otro lado se debe distinguir que el concepto de hipótesis es distinto de la formulación de una hipótesis, que es la manera o los requisitos que deberán cumplirse para proceder a redactarla y entonces tener el enunciado conocido como hipótesis. Definiremos previamente el concepto de hipótesis y luego su enunciado o formulación.

5.2. Definición de hipótesis

.El término hipótesis y su utilización, dentro del proceso de investigación científico, es de empleo reciente; sin embargo, es muy probable que a partir de la obra del gran fisiólogo y médico francés Claude Bernard (1813-1878) sea clásico distinguir en la investigación experimental tres etapas: la observación, la hipótesis y la comprobación, y es a través del cual que reconocemos que **la hipótesis** es la brújula que guía la generación de conocimiento científico. Con este breve antecedente pasaremos a especificar los aspectos que conceptualizan el término -Hipótesis‖

Se entiende por hipótesis a la respuesta anticipada, provisional, explicativa y fundamentada al problema planteado en un trabajo de investigación. Es una respuesta anticipada porque se formula antes de efectuar el trabajo de comprobación; es provisional ya que la respuesta definitiva provendrá de los resultados de la prueba; es explicativa porque responde a la pregunta ¿por qué sucede esto?; sin embargo, ello no impide que también se la pueda usar en

investigaciones descriptivas; tiene fundamento teórico y empírico o, por lo menos, uno de ellos, de lo contrario, se constituiría en una mera suposición.

En el aspecto formal ,podemos decir que la hipótesis constituye la posible respuesta lógica al problema planteado, está constituida por las premisas o juicios antecedentes y el juicio probable o inferencia que se deriva lógicamente de las premisas; en este sentido es una conjetura de tipo especial que se aplica en la investigación para que sea confirmada o refutada. La hipótesis es el eje fundamental en el proceso de la investigación, en ella se condensa el contenido lógico y el conocimiento que aporta el marco teórico para la interpretación del problema objeto.

Debemos tener en cuenta que toda hipótesis se inicia como una suposición, pero no toda suposición se desenvuelve como hipótesis.

5.3. Caracterización de una hipótesis

- Toda hipótesis tiene que responder al objeto de estudio que está siendo investigado. Toda hipótesis no debe ser demasiado genérica.
- Toda hipótesis para que reciba la denominación de científica debe ser verificable.
- Tiene que expresarse en lo posible mediante una frase.
- Toda hipótesis necesariamente debe expresar una relación entre dos o más objetos.

5.4. Funciones de las hipótesis

La principal función de la hipótesis es ampliar y generalizar los conocimientos, es así porque las hipótesis sirven como instrumentos de conocimiento del objeto, de sus relaciones y leyes esenciales. La comprobación de las hipótesis les confiere otra importante función, la obtención de resultados comprobados en la práctica, sirve también como método para comprobar su correspondencia con la realidad.

Las hipótesis orientan el proceso de investigación hacia la búsqueda de la información necesaria para dar respuesta al problema y con ello su propia comprobación, por lo tanto la hipótesis tiene una función rectora del proceso de investigación y reguladora de los procedimientos investigativos.

5.5. Formulación de la hipótesis

La hipótesis es, en términos sencillos, una respuesta anticipada y provisional a la interrogante planteada explícita o implícitamente por el problema. Su elaboración puede requerir investigación bibliográfica relacionada con la teoría científica que ha de enmarcar la hipótesis y ha de guiar teóricamente el trabajo de investigación.

Antes de plantear una hipótesis se debe disponer o reunir suficientes conclusiones ya establecidas, resultados experimentales, comprobar un número de datos pertinentes tan grandes posible y, por encima de todo para plantear una hipótesis, es importante el empleo de la imaginación.

Simultáneamente se procede a identificar variables independientes, dependientes y otras que podrían intervenir voluntaria o involuntariamente en la comprobación de la hipótesis; a continuación es necesario seleccionar indicadores de esas variables. Ahora bien, es probable que el resultado final de esta fase consista en la formulación de una hipótesis general y varias hipótesis particulares.

5.6. Requisitos generales para formular una hipótesis Científica

M.Bunge. establece una distinción entre la definición y la formulación de hipótesis de la siguiente manera:

-Una fórmula es una hipótesis factual sí y sólo sí: 1) Se refiere inmediata o mediatamente a los hechos hasta ahora no sujetos a experiencia y 2) Es corregible a la vista de nuevo conocimiento"

Respecto a la formulación establece lo siguiente: En las ciencias se imponen tres requisitos principales para la formulación de una hipótesis:

1. La hipótesis tiene que ser bien- formada (formalmente correcta) y significativa (no vacía semánticamente)
2. La hipótesis tiene que estar fundada, en alguna medida, en conocimiento previo; y si es completamente nueva, desde ese punto de vista tiene que ser compatible con el cuerpo de conocimiento científico.
3. La hipótesis tiene que ser empíricamente contrastable mediante los procedimientos y objetivos de la ciencia.

El punto 1) se refiere a que toda hipótesis debe estar lógicamente bien estructurada.

Los antecedentes modernos para la formulación de una hipótesis están en la lógica matemática (simbólica o proposicional) y, a la vez, han sido obtenidos de la lógica formal.

La lógica tradicional se dedicaba a estudiar, desde el punto de vista formal, a los juicios, los conceptos y los razonamientos; todas las formas discursivas eran consideradas como modificaciones, bien del juicio, bien del concepto o bien del razonamiento. Por esta razón, la hipótesis era comprendida por la lógica tradicional como forma específica del razonamiento o como juicio. La hipótesis era estudiada en la sección de razonamientos inductivos.

Tomando algunos conceptos de la lógica matemática, se puede decir que la ***_forma sintáctica de una hipótesis es la de una proposición simple_***. Las proposiciones son pensamientos en los que se afirma algo y que se expresan por ello mediante enunciados u oraciones declarativas.

El punto 2) nos indica que toda hipótesis debe estar apoyada en conocimientos probados y comprobados y debe estar relacionada de manera clara, precisa y objetiva con el marco teórico del objeto de la investigación.

Toda hipótesis se compone de dos partes: la base o cimiento y el cuerpo o estructura.
El cimiento de una hipótesis, es aquella parte que se encuentra conformada por conocimientos ya probados en los cuales se apoya el marco teórico.El cuerpo de una hipótesis, es aquella que constituye la explicación supuesta. La estructura de las relaciones se caracterizan porque se edifica sobre el cimiento de la hipótesis y del marco teórico.

Toda hipótesis debe ser susceptible de conducir a la presión de los fenómenos reales, los cuales deben someterse necesariamente a prueba.

5.7. Características especiales para la formulación de hipótesis

La formulación de cualquier hipótesis debe respetar estándares establecidos por la epistemología; De éstos, quizá el más importante y que ayuda a formular, propiamente dicho, una hipótesis es el requisito que establece ***la forma sintáctica, o sea, la manera en que se redacta o se escribe una hipótesis.***

1. **No debe contener palabras ambiguas o no definidas.**
2. **Los términos generales o abstractos deben ser operacionalizables. Esto es, tendrán referentes o correspondencias empíricas. (hechos, objetos, fenómenos reales)**
3. **Los términos abstractos, que no tienen referente empírico, no son considerados.**
4. **Los términos valorativos no se consideran por no comprobarse objetivamente.**
5. **Cuando sea posible, debe formularse en términos cuantitativos.**
6. **La forma sintáctica debe ser la de una proposición simple. En ningún caso puede tener la forma de interrogante, prescripción o deseo.**
7. **La hipótesis causal o estadística debe considerar sólo dos variables.**
8. **Deberá excluir tautologías. Esto es, repetición de una palabra o su equivalente en una frase.**
9. **Deberá evitar el uso de disyunciones; las que aparecen en proposiciones compuestas del tipo p o q, donde p y q son proposiciones simples cualesquiera.**
10. **Deberá estar basada en el conocimiento científico ya comprobado y tomarlo como punto de partida. Esto es, considera al marco teórico.**
11. **Deberá ser doblemente pertinente: a).- en su referencia al fenómeno real de investigación y b).- en el apoyo teórico que la sostiene.**
12. **Deberá referirse a aspectos de la realidad que no han sido investigados aún, ya que un objetivo de la actividad científica es la producción de nuevos conocimientos, y**

Finalmente, una característica de la HIPÓTESIS CIENTÍFICA es su falibilidad. Esto implica que una vez comprobada puede perfeccionarse.

¿Cómo se formula cualquier hipótesis?

Se tienen dos grandes vías a partir de las cuales se descubren hipótesis y por lo tanto se formulan o redactan: 1. A partir de la razón (razonando) y 2. A partir de la experiencia, usando la inducción.

En ambos casos es importante recalcar que el científico ha tenido una etapa previa de observación y acumulación de datos relacionados con el problema de la naturaleza que está investigando; por lo que la tradición científica permite desprender al menos cuatro procedimientos que llevan a la formulación de hipótesis, [o la manera en que escribiremos una oración declarativa].
Entonces, podemos "descubrir" una hipótesis a través de:

1) La información respecto a la observación de un fenómeno es tan clara que conduce fácilmente a una hipótesis,

2) El científico tiene una serie de convicciones , producto de una gran experiencia en torno al problema que aborda, lo cual lo conduce fácilmente a una hipótesis,

3) La intuición propia delinvestigador en torno al problema de interés sugiere una hipótesis y su redacción correspondiente, y

4) Una analogía, con relación al problema de interés, podrá conducir a la hipótesis buscada.

Es muy recomendable referirse al punto 1, ya que es más accesible observar y generar información, o leer lo que ya está editado acerca de un determinado fenómeno de la naturaleza, y así llegar a formular alguna hipótesis, relacionada con el problema que abordamos, y que aún no haya sido investigado.

Sin embargo, recordemos que en la construcción de una hipótesis ocupa un lugar especial la formulación de la idea nueva, que hace las veces de proposición. La aparición de nuevas ideas es condición indispensable para la construcción de hipótesis; pero de ideas precisamente nuevas, insólitas, que permitan edificar el sistema de conocimiento sobre otra base, distinta por principio de las anteriores.

Tal vez no se precise más que una sola cosa: la idea ha de ser completamente "nueva" en comparación con los conceptos establecidos hasta el momento en que se tiene pensado formular tal hipótesis. Sólo a base de una idea nueva, como principio fundamental, se crea una hipótesis.

Por lo tanto, ¿cómo iniciamos la formulación de cualquier hipótesis? La respuesta es sencilla:
1) Después de conocer (observar) los hechos, 2) Después de estar bien documentado en torno a los hechos que nos interesen, y 3) Después de entender que para llegar al punto dos, podrá pasar buen tiempos de observación (esto es, observando, midiendo, experimentando) y/o documentación.
Sólo y sólo entonces, es posible formular alguna hipótesis.

5.8. Tipos de hipótesis

Hay varias maneras de clasificar las hipótesis, sin embargo, la clasificación más acertada es la siguiente:

Hipótesis de investigación o hipótesis de trabajo. A su vez las hipótesis de investigación pueden ser:

Hipótesis descriptivas del valor de las variables que se van a observar en un contexto o en la manifestación de otra variable.

Hipótesis correlacionadas, especifican la relación entre dos o más variables.

Hipótesis de la diferencia entre grupos, que se formula en investigaciones y cuyo fin es comparar grupos.

- **Hipótesis que establecen relaciones de causalidad**, afirma no sólo las relaciones entre dos o más variables y cómo se dan dichas relaciones, sino que además proponen un sentido de entendimiento de ellas.

- **Hipótesis nulas**, son en cierto modo el reverso de las hipótesis de investigación, también constituyen proposiciones acerca de la relación entre variables; sólo que sirvan para refutar o negar lo que afirma la hipótesis de investigación.
- **Hipótesis alternativas**, son posibilidades alternas ante las hipótesis de investigación y nula; ofrecen otra descripción o explicación distintas a las que proporcionan estos tipos de hipótesis.
- **Hipótesis estadísticas,** son la transformación de las hipótesis de investigación, nulas, alternativas en símbolos estadísticos. Se pueden formular sólo cuando los datos del estudio que se van a recolectar y analizar para probar o rechazar las hipótesis son cuantitativos.

5.9. El Concepto de Hipótesis de Trabajo

Entre los investigadores hay la tendencia a considerar a la hipótesis tan sólo como una estructura de trabajo, carente de todo contenido objetivo. Más aún, algunos llegan a declarar que todas las hipótesis son fantasías, simples ficciones que sólo tienen valor práctico, pero que no reflejan de ningún modo el mundo objetivo. Consideran que la hipótesis no es más que un procedimiento artificial de la mente, que tan sólo sistematiza los conocimientos que se poseen. Al idealismo le conviene declarar que el mundo exterior es una hipótesis de trabajo cómoda.

El concepto de hipótesis de trabajo se introdujo para diferenciar el valor cognoscitivo de las diversas clases de hipótesis. Suele calificarse de hipótesis de trabajo a las primeras explicaciones del fenómeno.

Cuando se construye una hipótesis de trabajo lo importante no es que explique el proceso verídicamente (en la etapa inicial, esta faceta interesa poco al investigador), sino que proporcione datos que permitan seguir analizando este proceso, que le ayude a encausar el pensamiento hacia un estudio más detallado y profundo del objeto observado. La hipótesis de trabajo es una estructura totalmente provisional, una de las armas posibles y necesarias del investigador, que puede admitirse y desecharse en consonancia con las necesidades que presente la investigación del objeto.

Para que el proceso del descubrimiento y la descripción de los fenómenos tengan carácter consciente, es preciso que se atenga a una idea rectora y éste es el papel, que en algunos casos, cumple la hipótesis inicial. Una vez construida esta hipótesis, el investigador busca los hechos y los fenómenos que han de existir si el contenido de la hipótesis corresponde a la realidad. Pero si estos hechos no se demuestran y, en cambio, se encuentran hechos que contradicen la hipótesis, el investigador construye una hipótesis de trabajo. La finalidad de la hipótesis de trabajo es auxiliar, debe ayudar al investigador a la acumulación de los datos y a su conocimiento previo.

La hipótesis de trabajo es una de las primeras suposiciones que se hacen al principio de la investigación científica; se convierte en hipótesis real o científica después de su precisión, y sirve para explicar todos los hechos compilados de la realidad, hechos que pretende.

5.10. Comprobación de la hipótesis

Esta etapa representa uno de los pasos básicos y fundamentales de la ciencia y del método científico, pues la misma representa el proceso final de toda investigación científica.
Comprobar una hipótesis significa someterla a contrastación con la realidad, es decir, someter a prueba aquello que ha sido enunciado en la hipótesis.

Esta etapa representa uno de los pasos básicos y fundamentales de la ciencia y del método científico, pues la misma representa el proceso final de toda investigación científica.
Comprobar una hipótesis significa someterla a contrastación con la realidad, es decir, someter a prueba aquello que ha sido enunciado en la hipótesis.
La hipótesis puede o no verse apoyada de datos empíricos y de esta manera llegamos a la conclusión de confirmación o rechazo. Toda hipótesis para obtener el calificativo de científica debe ser comprobable, de otro modo no es científica. Los datos para la comprobación o contrastación de una hipótesis pueden ser obtenidos a través de una serie de procedimientos y técnicas relacionadas con la observación, la encuesta o bien la experimentación.

"Las hipótesis se someten a prueba en la realidad aplicando un diseño de investigación, recolectando datos a través de uno o varios instrumentos de medición y analizando e interpretando dichos datos."

Las hipótesis constituyen instrumentos muy poderosos para el avance del conocimiento, puesto que aunque sean formuladas por el hombre, pueden ser sometidas a prueba y

demostrarse como probablemente correctas o incorrectas sin que intefieran los valores y las creencias del individuo.

Por lo tanto, podemos definir la teoría científica como el sistema de conceptos, hipótesis, leyes y principios lógicamente articulados, que explican una clase de hechos observables.

Ejemplos:

Primer ejemplo: analicemos la redacción de una hipótesis, en el ámbito de la evolución humana:

Elaine Morgan publica en 1982 un libro muy sugerente y atractivo llamado "The aquatic ape" (el mono acuático). Utilizando información de varias áreas del conocimiento, que ella narra en 1960; allí se plantea la siguiente cuestión, "si el hombre desciende del mono, ¿porqué el hombre puede hablar y el mono no?"

Para establecer la probable solución a estas preguntas, en general se apoya en dos teorías concebidas independientemente, una planteada por Max Westenhöfer en Alemania, en 1942, y otra por el profesor Alister Hardy en Inglaterra, en 1960; que en conjunto se ha denominado la teoría del mono acuático. Dicha teoría fue desarrollada por Marc Verhaegen, con el título "la teoría del mono acuático: evidencia y posible escenario", y un resumen de ella se encuentra publicado en *Medical Hipotheses* (vol 16, p: 17. 1985).

La teoría del mono acuático afirma que la pérdida de pelo corporal y la grasa subcutánea, son características netamente humanas, y esto sólo fue posible si el hombre durante el proceso de evolución pasó por una etapa de adaptación en el agua, antes de poder caminar erguido y en dos miembros.

Elaine Morgan en su libro ("The aquatic ape"), menciona lo siguiente: "Existen fósiles de una criatura, que posiblemente sea un ancestro remoto del hombre, llamado *Ramapithecus,* cuya edad data de hace 9 millones de años. Además, se tienen fósiles con datos de mucha confianza, así como de las huellas impresas de una criatura que caminaba apoyado en dos miembros, que datan de hace tres y medio millones de años. Entre estos dos períodos, hasta la fecha no se han encontrado fósiles que sigan apoyando o contradigan a la teoría de la evolución humana planteada por Darwin; de que el hombre desciende del mono.

Sin embargo, según Elaine Morgan, al parecer este es un período de tiempo en que los ancestros del hombre aparentemente evolucionaron siguiendo un camino diferente al de los monos; por lo que ella se pregunta, ¿qué pasó en esta etapa del proceso evolutivo del hombre, qué sucedió en el ambiente natural en dicho período de tiempo?

A este respecto escribe lo siguiente: "... en ausencia de evidencia directa, el único camino que podemos seguir es deducir lo que pasó en la evolución del hombre dando respuesta a las siguientes preguntas:

1) ¿Qué se conoce de los monos?

2) ¿Qué se conoce del hombre?

3) ¿Qué se conoce de los fósiles?

4) ¿Qué se conoce de las condiciones ambientales de Africa en el período entre hace nueve, y tres y medio millones de años?, y

5) ¿Qué se conoce del proceso evolutivo en general?".

Con estas interrogantes, publica en 1985, un artículo en New Scientist (p: 62 y 63) denominado "In the beginning was the water", en donde formula la hipótesis siguiente:
"La fase acuática en la evolución del hombre es la condición necesaria para el desarrollo de la laringe en el *Homo sapiens* y, por lo tanto, la característica evolutiva requerida para poder hablar".

La redacción anterior también es una verdadera hipótesis; con una formulación realmente hermosa, temeraria por sus aseveraciones pero apoyada por evidencias. Elaine Morgan, simplemente esta cuestionando los sagrados cimientos de la evolución humana planteados por Darwin desde hace más de cien años; lo cual es bastante atrayente y constituye un gran reto a la imaginación científica para llevarla a contraste.

La nota curiosa en torno a una hipótesis realmente "loca", se ejemplifica con el siguiente comentario: en el mes de enero del 2000, en un programa de televisión, se presentó un documental en torno a este tema y ahí nos enteramos que las ideas de Elaine Morgan han tardado treinta años para ser aceptadas en los círculos científicos evolucionarios, por la simple razón de que ella es guionista de cine y no tiene formación científica. Sin embargo fue invitada a una reunión sobre evolución humana realizada en Suncity, Sudafrica, donde presentó las evidencias suficientes que apoyan la formulación de su hipótesis.

Los siguientes son ejemplos de las hipótesis dentro de las ciencias Físicas, que se formularon y contrastaron en diferentes épocas con resultados realmente asombrosos, que como ya comentamos han contribuido a percibir al universo de una manera completamente diferente.

En 1803 Thomas Young demostró que la luz produce interferencias (el experimento de la doble rendija), y sólo las ondas pueden producirlas.
Max Planck, en 1900, estudiando la radiación de los cuerpos negros, descubrió que la energía es emitida y absorbida en "trozos", a los que llamó quantos *(quanta)*. Él sometió a prueba con gran éxito la hipótesis de que "la luz se emite o recibe en pequeñas cantidades discretas".

Einstein en 1905 sostuvo que "La energía se presenta en paquetes de determinados tamaños o cuantos".
Louis de Broglie en 1924 afirmó que "La luz representa la dualidad de la materia en ondas o partículas.
Schrödinger en 1926 dice "Los electrones no son objetos esféricos, como en el modelo de Bohr, sino modelos de ondas estacionarias".
Max Born en 1926señala que "La materia posee naturaleza ondulatoria que se describe como ondas de probabilidad".

Heisenberg en 1927 asegura que "La posición y el momento de una partícula no se pueden medir al mismo tiempo".
Nuevamente, observemos que todas estas formulaciones cumplen un requisito básico; son oraciones simples.

5.11. ¿Para qué sirve una Hipótesis?

La formulación de cualquier hipótesis inicia con el análisis de los hechos. La hipótesis deberá explicar estos hechos.

Cualquier hipótesis que tenga cierta seriedad, se plantea con la finalidad de explicar los hechos conocidos y pronosticar los desconocidos. El filósofo Vienés, Karl Popper, afirma, "mientras más fuerte sea la capacidad lógica de una hipótesis, más fácil será de comprobar". Entonces, una hipótesis se constituye como la conclusión de un razonamiento con cierta probabilidad o verosimilitud, que se obtiene al estar analizando-sintetizando, en torno a los hechos o fenómenos, y en su formulación inducimos-deducimos a partir de las observaciones respecto a tales hechos o fenómenos.

La característica peculiar de la hipótesis radica en que sistematiza el conocimiento científico, integrando un sistema de abstracciones de la realidad que se observa.

En la hipótesis, es una proposición lo que viene a ser el punto de atracción de todo ese sistema de conocimientos y hacia la cual convergen todos los restantes juicios. Los juicios que integran la hipótesis argumentan esta proposición o se derivan de ella, es decir, conducen a ella, se infieren o se derivan de ella.

La hipótesis es la forma de desarrollo del conocimiento científico pero no por ser un juicio-proposición. La proposición por sí sola, tomada aisladamente, no desarrolla el conocimiento acerca del objeto. Cumple su función sólo si está relacionada con el conocimiento anterior, de veracidad admitida, y con las conclusiones que de él se infieren.

En la hipótesis hay juicios fidedignos; una hipótesis privada de todo conocimiento verídico y demostrado, carece de valor científico. El conocimiento fidedigno constituye la base, el fundamento. Toda proposición tiene valor si está basada en hechos y leyes sólidamente establecidas.
La hipótesis por su esencia, comprende juicios problemáticos, es decir, juicios cuya veracidad o falsedad no ha sido demostrada aún; estos juicios problemáticos no han de ser conjeturas arbitrarias, su probabilidad debe estar argumentada por conocimientos anteriores ya demostrados.

Una hipótesis formada por proposiciones arbitrarias no deja ninguna huella importante en la ciencia. Una hipótesis de este género no constituye una verdad objetiva. Cuando estas proposiciones se refutan, de la hipótesis no queda nada.

La hipótesis científica verdadera incluye una proposición que puede ser refutada, pero que posee además una serie de juicios verídicos que en el curso del desarrollo científico no sólo pasan de una hipótesis a otra, sino que se van haciendo más completos. El juicio-proposición, en la hipótesis científica, debe estar argumentado con suficiente grado de probabilidad.

Si en los siglos XVII y XVIII los científicos miraban con recelo a la hipótesis, pues consideraban que el pensamiento verídico podía y debía evitarla de alguna manera; a fines del siglo XIX y en el XX, comprendieron en cambio, que el conocimiento se desarrolla por medio de ella.

En el siglo XX es poco probable que un científico serio niegue la importancia de la hipótesis en el conocimiento. En la doctrina de la hipótesis, lo principal no es ya el saber si desempeña un papel esencial en el conocimiento del mundo, sino lo que representa como forma de conocimiento científico, cuál es su relación con el mundo objetivo y qué carácter tiene el conocimiento en ella contenido.

La revolución acaecida en las ciencias naturales demostró que el conocimiento se desarrolla por medio de hipótesis que se van sustituyendo unas a otras, de tal forma que una hipótesis sirve para: 1) Explicar los hechos existentes y 2) Pronosticar otros nuevos (desconocidos).

CAPÍTULO Nº 6

Las Leyes Científicas

6.1. Noción de ley Científica.

Siendo el objetivo central de la investigación científica, la búsqueda de esquemas o estructuras que expliquen los fenómenos de la naturaleza, podemos entender la posición que ocupan las leyes dentro de la Ciencia y por lo tanto merecen un atento y cuidadoso estudio.

En términos generales podemos decir: Una ley expresa una regularidad, un orden constante e invariable entre dos hechos que ocurren en la naturaleza y se formula mediante una proposición universal. En otros términos podemos decir: Que si por hipótesis científica entendemos toda proposición que relaciona dos o más variables, luego entonces, toda ley no es más que una hipótesis confirmada por los hechos, donde la relación en que se encuentran las variables expresan ese rasgo constante o regularidad. Las leyes no son resúmenes de experiencias: las leyes tratan de reconstruir estructuras de carácter objetivo afirmando relaciones entre rasgos seleccionados. (variables). Todo lo que afirma una ley científica es que hay diferencias individuales que cumplen con ciertos esquemas o estructuras.

Toda ley no es más que un enunciado imperfecto y provisional; por lo tanto, podrá ser reemplazada por otra más aproximada y más probable, de suerte que al progresar la ciencia ésta se hará cada vez más probable y/o refutable.

Podemos citar un ejemplo en la siguiente ley de la Física: —Cuando un rayo luminoso cae y se refleja el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión. Esto quiere decir que en cualquier circunstancia de tiempo y lugar, cuando el rayo luminoso se refleje, el ángulo de reflexión será igual al ángulo de incidencia, lo que nos indica que toda ley no es otra cosa que una amplia generalización, pero, en realidad, nada dice acerca de la -esencia íntima de los fenómenos- que pone en relación, ni explica en qué reside la posibilidad y necesidad de que un fenómeno esté íntimamente ligado con otro. Sólo expresa la invariabilidad de una relación entre dos fenómenos.

Según M. Bunge el término ley científica posee cuatro significados:

1. Ley denota toda relación constante y objetiva en la naturaleza, en la mente o en la sociedad.
2. Ley o enunciado nomológico.- Designa toda hipótesis general que tiene como referente mediato a una ley y que constituye una reconstrucción conceptual de ella
3. Ley o enunciado monopragmático.- Designa toda regla mediante la cual puede regularse una conducta . Una clase de este tipo de ley son los enunciados predictivos, es decir, las proposiciones mediante las cuales se hacen predicciones (o retrodicciones) de sucesos singulares.

4. Ley o enunciado metamonológico.- Designa todo principio general acerca de la forma y/o alcance de los enunciados de la ley

6.2. Distinción entre Leyes y Enunciado de Leyes

Se deben distinguir las leyes como regularidades propias de la naturaleza y su carácter invariante de dichas estructuras; en otros términos, debemos distinguir de las leyes existentes en la realidad, de los enunciados de las mismas. Las primeras son de tipo ontológico y se encuentran en la naturaleza tal y como son, en cambio sus enunciados son de tipo gnoseológico o del conocimiento. Es razonable pensar por qué estos enunciados no puedan captar o aprehender de manera exacta esta estructura de la realidad; por esta razón, las leyes científicas o enunciado de leyes siempre son provisionales o corregibles conforme avanza la ciencia. Así por ejemplo tenemos: La segunda Ley de Newton del movimiento mecánico, trata de establecer cómo se mueven los cuerpos y bajo qué causas, con un enunciado simple:
—La fuerza es igual al producto de la masa por la aceleración‖; pero es de conocimiento general en Física Moderna, que este enunciado solamente es válido para sistemas de referencia inerciales y ha sido corregido por la Teoría de la Relatividad de A. Einstein. Ahora tenemos otro enunciado de ley (más exacto) cuya expresión matemática es más compleja y considera a la masa de un cuerpo variable según la velocidad que tenga respecto a la luz. Pero este acontecimiento en la ciencia no implica que la Ley de Newton haya desaparecido o haya sido negada, **–sólo ha sido corregida‖** en su enunciado, pasando a ser un caso particular de un enunciado más general. La naturaleza no ha sufrido cambio alguno; está allí. La ley que describe el movimiento de los cuerpos, al margen de su enunciado, sigue allí presente; lo que están cambiando son los enunciados de esa ley, se están corrigiendo, nos vamos aproximando cada vez más en nuestro intento de aprehender y comprender la estructura de la naturaleza. El enunciado de la ley puede ser negado o cambiado, pero no la ley; lo que significa que nuestro conocimiento científico avanza con un mecanismo autocorrector.

En resumen: Mientras las leyes de la naturaleza, del pensamiento o de la sociedad son la estructura de la realidad, los correspondientes enunciado de leyes(Leyes Científicas) pertenecen a nuestros modelos ideales de la realidad , por lo cual se aplican sólo aproximadamente, nunca con toda la exactitud deseada. Lo que habitualmente designamos con el término: –Ley de la realidad física o cultural‖ no depende de nuestro conocimiento. Antes bien, nuestro conocimiento de las leyes presupone la existencia de pautas o estructuras objetivas.

6.3. Características de las leyes

- Las leyes no son verdaderas ni falsas: simplemente son.
- Las leyes no se perciben, sino que las inferimos a partir de los fenómenos. Las leyes objetivas no son de observación; pues las relaciones no se pueden observar.
- Las construcciones conceptuales llamadas —Leyes Científicas‖ son las reconstrucciones cambiantes de las leyes objetivas en el nivel del pensamiento racional.
- Toda ley científica es una hipótesis bien comprobada, sin embargo no toda hipótesis se eleva al rango de ley. Para que una hipótesis pueda considerarse una ley debe reunir los siguientes requisitos (Francisco Rodríguez,1984:26)

1. —La hipótesis debe ser confirmada por los hechos y la experiencia, de forma tal que su probabilidad sea tan alta que se convierta en una verdad auténtica. Según este autor: Al expresar el término verdad auténtica, se está refiriendo al enunciado de la hipótesis que sustenta la ley, pues toda hipótesis se establece como una proposición que, desde el punto de vista lógico, es verdadera o falsa. Esto no contradice el hecho de decir que, como estructuras de la naturaleza, las leyes no son verdaderas ni falsas. Lo que ocurre es que al buscar la ley tengo que establecer una hipótesis y es a ésta, que se le aplica el criterio de verdad o falsedad, mas no a la propia ley, que es independiente de cualquier hipótesis que se pueda conjeturar.
2. —La hipótesis debe asumir la forma de proposición universal que abarque a una gran cantidad de hechos de la realidad‖.
   Es una característica de toda ley: su esencia generalizadora y su acción estable y repetible.
3. —La hipótesis debe estar incluida en una determinada teoría científica‖.
   Si no se inserta dentro de un cuerpo de conocimientos resultaría imposible comprobar la autenticidad de la ley y de su acción

6.4. Clases de Leyes Científicas

Existen numerosas formas de clasificar las leyes, dadas las numerosas regularidades y estructuras de la realidad. Daremos algunas de ellas:

I.- De acuerdo al proceso histórico en que se ha dado el concepto de ley tenemos:

1. Leyes Empíricas o globales

Se originan casi en forma mecánica, a base de la observación de la regularidad de ciertos fenómenos. Esta clase de leyes enuncian nada más que la uniformidad de coexistencia, de semejanza o de sucesión entre ciertos hechos complejos, cuyos elementos constitutivos no fueron analizados todavía. Así por ejemplo: -Todos los hombres son mortales‖.

- **Leyes abstractas o analíticas**

Estas leyes enuncian relaciones constantes entre los elementos cada vez más simples. Para llegar a formular estas leyes se aíslan mediante la abstracción, ciertas propiedades elementales (variables) y se establecen relaciones definidas entre ellas.

Ejemplo: La ley de dilatación de los cuerpos, la ley de oferta y demanda etc.

- **Las leyes ideales o matemáticas**

Estas leyes son las que marcan el último progreso. Estas leyes indican que entre los fenómenos, que hemos establecido una relación, dicha relación es matemática; es decir, entre los factores existe una relación cuantitativa descubierta mediante la medida directa o indirecta de los fenómenos; ejemplo: La ley de la óptica que dice —La intensidad de la luz está en razón inversa al cuadrado de la distancia‖

II. Leyes científicas cualitativas y cuantitativas

Todas las leyes empíricas o globales llamadas también triviales son cualitativas, es decir que señalan relaciones entre entidades y cualidades o entre cualidades. Las variables no están

cuantificadas y su establecimiento en una ciencia puede preceder las leyes cuantitativas Por ejemplo: En Biología tenemos: Las leyes de Pavlov, de los actos reflejos o reflejos condicionados, que es una ley muy científica, pero de tipo cualitativo.
Las leyes cuantitativas se formulan con variables cuantificadas. Una diferencia entre las leyes cualitativas y cuantitativas es: éstas últimas alcanzan el grado de exactitud a la que aspira la mayor parte de las ciencias: tanto naturales como humanas. El valor de la cuantificación reside en que maximiza la contrastabilidad de las leyes, la exactitud de las predicciones y la exactitud de las aplicaciones. Una ley cuantitativa también puede expresarse en forma cualitativa, pero lo contrario no siempre puede hacerse.

La cuantificación de las leyes científicas se ha tomado siempre como un signo del desarrollo de la ciencia. Las Ciencias Físicas y Químicas se han desarrollado en base a leyes cuantitativas y ahora le siguen el ejemplo, la Biología y algunas Ciencias Humanas.

III. Leyes causales y de coexistencia.

En la producción de los fenómenos podemos observar dos casos:
Primero: una sucesión regular y uniforme, con la cual llegamos a obtener Leyes causales, porque establecemos una relación invariable entre dos procesos o fenómenos, que se siguen en el tiempo.

En el segundo caso, observamos que los fenómenos que se estudian no se suceden en el tiempo, sino que, por el contrario, se manifiestan invariablemente con simultaneidad; es decir, que coinciden en el tiempo. En este caso llegamos a formular leyes de Coexistencia.

1. Leyes causales.

Son aquellas que establecen una relación constante entre procesos o fenómenos que guardan una uniformidad en su sucesión. Estas leyes no nos dicen nada acerca de la naturaleza íntima de la relación, sólo expresan una conexión entre dos procesos que se siguen temporalmente, de los cuales, uno, que es el antecedente invariable, es considerado como *"causa"* y el otro, que le sigue invariablemente también, es el *"efecto"*.
Tomemos como ejemplo una ley general del electromagnetismo que dice: "El paso de una corriente eléctrica por un conductor produce un campo magnético a su alrededor". En este enunciado se nota claramente que se trata de una ley causal puesto que el campo magnético producido (efecto) es debido a una corriente en movimiento (causa); un fenómeno es causa de otro; a uno le sigue el otro, pues si no hay corriente eléctrica, no hay campo magnético.

La forma como se expresa una ley causal, puede ser tanto cualitativa como cuantitativa. En el ejemplo anterior se formula de manera general o cualitativa. Este hecho es debido a que esta ley subsume a otras leyes experimentales de más bajo nivel que se expresan en forma cuantitativa para diversas circunstancias o casos particulares, donde tenemos que precisar, medir o cuantificar los efectos; siempre y cuando estén precisadas las causas y encontrar la función (matemática) o regla que exprese la ley.

Cuando se dice que la causa debe ser el antecedente "incondicionado" del efecto significamos con esto, que una vez establecida la causa queda establecido el efecto, y suprimiendo la causa suprimimos también el efecto.

2. Leyes de coexistencia

Son aquellas que expresan que la relación entre los fenómenos coincide en el tiempoll. Tomemos como ejemplo una ley de la calorimetría que dice: -El agua hierve a 100°C siempre y cuando se encuentre a la presión atmosféricaI. En esta ley se observan dos fenómenos que al estar ligados le dan validez: la ebullición del agua a una condición dada y la presión a otra condición. Ninguno de estos dos fenómenos es causa ni efecto del otro, solamente se dan simultáneamente y coinciden en el tiempo (coexisten). Estas leyes indican la presencia de varias cualidades ligadas entre sí por un lazo de simultaneidad y no de sucesión en el tiempo. Las leyes de coexistencia no pueden obtenerse por inducción, como ocurre con las leyes causales, sino por simple observación y enumeración de cualidades. Su validez esta circunscrita a los límites del tiempo, lugar y circunstancias en que se efectuaron las observaciones.

IV. Leyes estadísticas o probabilísticas

Establecen conexiones frecuenciales entre entidades y propiedades, de tal manera que su aplicación significa que las entidades y propiedades con relaciones de dependencia tenderán a aparecer en torno a la frecuencia límite, tal tendencia se manifiesta como valores próximos a los de la frecuencia establecida en la ley(Julio Sanz p. 82).

Así, por ejemplo, tenemos que la segunda ley de Mendel en Biología establece que el 75 % de los descendientes pertenecientes a la segunda generación de un cruce de ascendientes de cepas puras tendrán el carácter dominante, mientras que el 25% mostrara el carácter recesivo. Muchas Leyes en la Física Moderna se expresan en forma estadística como es el caso de las leyes de la Mecánica Cuántica, Termodinámica estadística etc.

V. Leyes de dependencia funcional

Establecen que a determinados valores de una variable corresponden valores determinados de otra variable. Un ejemplo típico es la ley de Boyle que describe el comportamiento de los gases ideales con dos variables y cuyo enunciado es: -Si en un gas ideal la temperatura se mantiene constante, la presión y el volumen son inversamente proporcionalesll . Este enunciado si se formaliza en lenguaje matemático, la ley queda expresada como una función de la forma: P. V.= K, donde P= presión, V =volumen K= etc.

Ésta ley no establece relaciones causales. La presión no es causa del volumen y viceversa, pero sí se establece una *"correlación*ll entre estas dos variables a través de una regla de dependencia o función.

CAPÍTULO Nº 7

Las Teorías Científicas

7.1. Qué es una teoría Científica?

La Ciencia no se limita a la explicación de hechos aislados y parciales. Busca coordinar y unir mediante una interpretación común una serie de hechos diversos o agrupar en un sólo conjunto una serie de leyes. Así la ciencia trata de dar una interpretación global de la naturaleza o de la vida. Estas construcciones del espíritu que responden al íntimo anhelo de orden, de belleza y simplicidad son las llamadas: *Hipótesis generales o Teorías Científicas,* que aspiran a reducir la diversidad de los fenómenos y de las leyes a un sistema de máxima simplicidad, que haga inteligible el universo. En este sentido, *una teoría es un conjunto de supuestos o hipótesis a partir de los cuales mediante ciertas reglas de razonamientos se infieren nuevas conjeturas y predicen nuevos hechos que nos permitirán explicar y comprender los fenómenos de la naturaleza y de la vida de una manera más integrada y racional.*

En matemáticas, una teoría es un conjunto de proposiciones cerradas bajo implicación lógica. En lógica matemática, "teoría" es el término usado para un conjunto de fórmulas consistentes de ciertos axiomas y todos los teoremas comprobables a partir de éstos.
En las ciencias factuales, una teoría es un modelo, esto es, una infraestructura para el entendimiento. En física, el término teoría generalmente significa una infraestructura matemática derivada de un pequeño conjunto de principios básicos capaz de producir predicciones experimentales para una categoría dada de sistemas físicos. Un ejemplo sería la "teoría electromagnética", que es usualmente tomada como sinónimo del electromagnetismo clásico, cuyos resultados específicos pueden derivarse de las ecuaciones de Maxwell.

El término "teórico" utilizado para describir ciertos fenómenos, frecuentemente indica que un resultado particular ha sido predicho por la teoría pero no ha sido aún observado. Por ejemplo, hasta hace poco, los agujeros negros fueron considerados teóricos. Es frecuente en la historia de la física el que una teoría produzca predicciones posteriormente confirmadas mediante nuevos experimentos u observaciones.

Para que un cuerpo teórico dado pase a ser considerado como parte del conocimiento establecido, usualmente se necesita que la teoría produzca un experimento crítico, esto es, un resultado experimental que no pueda ser predicho por ninguna otra teoría ya establecida. En este sentido una teoría es un conjunto de proposiciones universales verdaderas que describe, explica y predice una estructura compleja de la realidad, un fenómeno o un hecho.

Si bien las leyes nacen de la observación de regularidades, a través de la inducción y luego se contrastan, una teoría se basa en la deducción, pues parten de hipótesis básicas llamadas

principios o axiomas que sustentan todo un sistema de leyes, y que al organizarse de manera lógica y coherente permiten deducir otras conclusiones que dan lugar a la contrastación de manera indirecta. En este sentido podemos decir que, *una teoría es un sistema hipotetico-deductivo que proporciona una explicación o descripción científica de un conjunto relacionado de experimentos, abarcando en general varias leyes científicas verificadas y en ocasiones deducibles de la propia teoría.*

En términos generales, podemos decir que toda teoría es -Un sistema hipotético deductivo de enunciados y proposiciones‖.

Se dice que es hipotético debido a que las proposiciones básicas, principios o axiomas que la sustentan no son probadas o demostradas dentro de la misma teoría , tan sólo son hipótesis que se justifican por sus consecuencias de una manera lógica y determinada. Se dice que es de carácter deductivo porque las proposiciones que forman el cuerpo de la teoría se deducen por mecanismos estrictamente lógicos, desde los axiomas o principios que la fundamentan.

La actividad científica no se centra tanto en la recolección de datos, las clasificaciones de los mismos o hipótesis sueltas; su actividad más profunda y la más fecunda es la elaboración de *TEORÍAS* con el fin de explicar un determinado sector de la realidad y más bien cualquier dato debe ser obtenido a la luz de una teoría, con la esperanza de concebir nuevas hipótesis que puedan, a su vez, ampliarse o sintetizarse en nuevas teorías. La observación, la explicación y la predicción se realizan también en el seno de teorías.

7.2. Tipos de teorías

Hay dos categorías de ideas que pueden desembocar en teorías: si una suposición no es respaldada por observaciones se conoce como una **conjetura**; en cambio, si es así respaldada, es una **hipótesis**. Muchas hipótesis resultan ser falsas y, por lo tanto, no evolucionan y no hay teoría. Pero bajo esta breve observación, ¿Qué tipos de teorías hay? Podemos hacer una distinción entre teorías empíricas y formales:

Las teorías formales se distinguen en que la verdad de las proposiciones derivadas sólo radica en el hecho de que hayan sido demostradas de manera lógicamente correcta, es el caso de las teorías de la Lógica y las Matemáticas.

Las teorías empíricas se caracterizan porque son sistemas, en donde la demostración lógica no es suficiente para afirmar la verdad de las proposiciones derivadas; además, es necesario contrastar a éstas con los hechos reales para decidir si éstos las confirman o las refutan.

Es notable resaltar que en las teorías empíricas la exigencia de contrastación no se impone a los axiomas o hipótesis básicas, sino a las consecuencias lógicas de los mismos. La razón de: Por qué los axiomas de una teoría empírica no pueden ser contrastados con los hechos, es porque contienen conceptos o *términos denominados teoréticos,* debido a que se refieren a objetos y propiedades que no son directamente observables; sólo conocemos su existencia por medio de las consecuencias observables, que se desprenden de los axiomas, que contienen el referido término. Por tanto, un concepto teorético es una construcción teórica de algo que no se puede conocer directamente sino sólo por las consecuencias obserbables que se desprenden de la postulación del axioma que contiene el referido término.

7.3. ¿Qué son los términos teoréticos en una teoría?

La ciencia trata de explicar los fenómenos con que nos encontramos en nuestra vida.
Para esto elabora leyes. Pero una explicación por leyes no puede ir más allá de la relación que expresan sus variables. Con frecuencia tenemos que explicar aspectos de la realidad de mayor complejidad y profundidad y es allí donde se hace necesario apelar a la elaboración de -constructos‖ o -entidades teoréticas‖ que son inobservables, pero que combinan y coordinan en forma adecuada un grupo de leyes y de hechos aparentemente inconexos para su respectiva explicación.

Estas entidades teoréticas se introducen en la teoría postulando su existencia y luego, a través de consecuencias lógicas que se deducen de la misma teoría, se establecen experimentos para su contrastación indirecta. Si el resultado es positivo el constructo cumple su función e incluso se puede afirmar su existencia real. Por ejemplo: Al elaborar la moderna teoría atómica de la materia se tuvo que postular la existencia de partículas elementales tales como el -electrón‖ (término teorético inobservable) que por experimentos indirectos, como las trazas dejadas en una cámara de niebla, se puede inferir su existencia a nivel cognoscitivo. Pero cabe resaltar que este modelo atómico, que por ahora funciona (explica los hechos asumiendo que existen electrones orbitales) y por lo tanto es aceptado- aunque nunca nadie haya visto un electrón-algún día deje de funcionar. Como la ciencia avanza y se corrige constantemente, tal vez, este constructo hipotético en el futuro tenga que ser cambiado o eliminado, en el supuesto caso que la teoría no pueda explicar nuevos hechos bajo ese mismo modelo. En todo caso, sin la introducción de este ente inobservable no se hubiera podido avanzar en el estudio de los fenómenos a escala atómica. En esto radica el por qué las teorías utilizan conceptos transempíricos no observacionales en su elaboración: Sirven como entes representacionales que introducidos en las teorías permiten explicar un determinado aspecto de la realidad que se desea conocer.

Es de este modo como las teorías emplean entidades no observables; el nivel fáctico queda abandonado, y éstas se elevan por encima de los hechos, en cuanto, esquemas explicativos generales.

7.4. Qué diferencia existe entre Ley y teoría?

Estos dos términos siempre tienden a confundirse o incluso se toman uno por otro. Examinaremos algunos aspectos que nos clarifiquen estos dos conceptos.

1.-***Las Leyes "Se buscan o se descubren"*** por la sencilla razón de que son estructuras o regularidades de los fenómenos de la naturaleza. Se encuentran en la realidad y son independientes del sujeto cognosente (nivel Ontico); son sus enunciados o llamadas *"Leyes Científicas"* las que dependen del sujeto que las descubre (nivel Gnoseológico).

En cambio, ***Las teorías "se construyen o se elaboran"*** por el sujeto cognoscente y solamente existen en el nivel del conocimiento; (Gnoseológico) por eso es que las teorías siempre son -*Teorías científicas"* a las que se les puede aplicar el criterio de verdad o falsedad, y a las que se les puede corregir.

2.-Las leyes establecen las relaciones entre objetos y características de objetos que pueden considerarse como observables. (por medio de los órganos de los sentidos o por medio de aparatos auxiliares) En cambio una teoría establece relaciones entre leyes para lo cual tiene

que elevarse por encima de ellas y unirlas coherentemente utilizando o inventando conceptos transempíricos que son entidades no observables.

3.-Las leyes experimentales son enunciados cuya validez se establece mediante la observación controlada de los objetos mencionados por la ley (verificación experimental). No sucede lo mismo con las teorías, donde los términos y expresiones no designan nada observable, de modo que ellas no pueden obtener su evidencia por medio de la observación experimental de las cosas a las que se refieren. Por ser creaciones del intelecto sólo se podrán corroborar de manera indirecta observando hechos o fenómenos que, en forma indirecta, se deducen de la misma teoría. Por eso se dice que no se pueden probar y su validez se encuentra mientras no haya un fenómeno que la contradiga.

4.-Una consecuencia importante de la distinción que se hace entre ley y teoría es que cuando la ley pasa a formar parte de una teoría, aquella continua siendo válida aunque se sacrifique la teoría, puesto que tiene su base en la evidencia observacional. En cambio las teorías no tienen una existencia absolutamente sujeta a la de la teoría en la que aparezcan.

5.-Las Leyes se formulan casi invariablemente por medio de enunciados aislados, mientras que las teorías, con poquísimas excepciones, se presentan como concatenaciones de diversos enunciados relacionados.

6.-En lo fundamental las leyes describen y predicen los hechos; las teorías explican y predicen.

7.- Cuando los hechos de la experiencia la contradigan, la teoría debe ser rechazada, corregida o sustituida por otra. Pero esto no significa el fracaso de la ciencia, puesto que no se trata de una aplicación de verdades ya establecidas o de leyes comprobadas .Las teorías deben considerarse como sostenes provisionales, pero no por eso dejan de tener gran utilidad, puesto que sirven como momentos de reposo para preparar nuevos descubrimientos y nuevas hipótesis.

7.5. Caracterización de la Teorías

Sabemos que una ley designa una hipótesis de una cierta clase referente a una estructura o esquema que ya ha sido contrastada; por otro lado, una teoría designa un sistema de hipótesis entre las cuales destacan las leyes, de modo que el núcleo de una teoría es un sistema de fórmulas legaliformes (enunciado de leyes). Por lo tanto, una buena caracterización se expresa diciendo que: -Un conjunto de hipótesis científicas es una teoría científica sí y sólo sí se refiere a un determinado tema factual donde cada miembro del conjunto es o bien un supuesto inicial (axioma, principio, supuesto subsidiario o dato) o bien una consecuencia lógica de uno o más supuestos iniciales.

Un manojo de hipótesis sin coordinar, es ineficaz, no ilumina nada y no da razón de las estructuras de la realidad (Leyes objetivas). El progreso de la Ciencia no consiste en amontonar sin criterio generalizaciones aisladas y, aun menos, datos sueltos. El progreso de la ciencia supone en mayor o menor grado la -Sistematicidadll de sus enunciados. Una hipótesis aislada no tiene más apoyo que el de sus propios casos, en cambio si esta hipótesis recibe el apoyo (o la refutacion) dentro de un contexto factual más amplio adquiere pleno sentido y significado (dentro de una teoría). La teorización hace más precisa la significación de las hipótesis y refuerza su contrastabilidad; además, explica la mayoría de las hipótesis por el

procedimiento de subsumirlas bajo supuestos mas fuertes (axiomas y teoremas de nivel intermedio).

Toda disciplina que se denomine -Cienciall al investigar un determinado aspecto de la realidad debe procurar sistematizar sus observaciones o datos adquiridos a un nivel -Teoréticol; sólo en este caso éstas adquieran un carácter auténticamente Científico.

Existen disciplinas que a pesar de su enorme acervo de datos empíricos y generalizaciones de poco rigor, no alcanzan a dar una aceptable explicación de los hechos o tienen muy poca exactitud en sus predicciones; esto es, debido a que no abundan en teorías lo suficientemente amplias y profundas como para dar razón del material empírico disponible.

Se debe entender que dentro de la Investigación Científica, los datos en si mismos, no tienen sentido ni pueden ser relevantes más que en un contexto teorético. No se puede saber si un dato es relevante si no se es capaz de interpretarse; y la interpretación de datos requiere el uso de teorías .Sólo las teorías pueden sugerir la búsqueda de información coherente al tema de investigación; es decir: Toda investigación debe iniciarse dentro de un Marco Teórico que le dé sentido y coherencia al material empírico recogido para su posterior elaboración.

7.6. Objetivos básicos de la teorías científicas

a. Sistematizar el Conocimiento

Se logra estableciendo relaciones lógicas entre entidades antes inconexas para luego explicar las generalizaciones empíricas derivándolas de hipótesis de nivel superior.

b. Explicar los hechos

Por medio de hipótesis que impliquen las proposiciones que expresan dichos hecho.

c. Incrementar el conocimiento

Se derivan nuevas proposiciones de las premisas, en conjunción con la información relevante.

d. Reforzar la Contrastabilidad

Las hipótesis inferidas se someten al control de las demás hipótesis del sistema.

e. Orientar la investigación

Mediante el planteamiento o reformulación de problemas científicos o inspirando nuevas líneas de investigación.

f. Ofrecer una representación o modelo de la realidad

La teorías científicas son representaciones simbólicas o abstractas de objetos reales. El mundo externo, por su complejidad, no puede conocerse tal y como es en sí. Lo que se busca en la ciencia es comprender o interpretar el mundo, para lo cual inventamos o utilizamos conceptos que en algunos casos tienen relación directa con la observación; pero conforme se penetra con mayor profundidad en la realidad, ésta se hace más inteligible utilizando conceptos o símbolos abstractos no obserbacionales, pero que tienen que guardar correlación con el mundo experencial que queremos comprender.

7.7. Rasgos y especificaciones de una teoría

a. Ninguna teoría retrata una cosa real o un acontecimiento o un proceso real; ni tampoco es un retrato en sentido propio. Las teorías científicas son construcciones realizadas con materiales (conceptos, hipótesis o relaciones lógicas) que son esencialmente diferentes de sus correlatos y, en su mayor parte, de naturaleza no imaginativa.

b. Toda teoría crea sus propios conceptos que son simbólicos tales como -carga eléctrica‖ campo eléctrico‖ -quantum‖ -clase social‖ etc. denominados **"entidades teoreticas‖** que no existen, desde luego, pero que son entes útiles para representar o explicar la realidad.

c. Mientras que el experimentador se ocupa de la investigación de sistemas reales, el teorizador no maneja en absoluto sistemas reales, sino que crea idealizaciones de los mismos que no conservan sino algún parecido con ellos. Como dice M. Bunge: Las teorías científicas tratan de modelos ideales que se suponen representan, de modo más o menos simbólico y con alguna aproximación, ciertos aspectos de los sistemas reales y jamás todos sus aspectos.

d. Todas las teorías científicas son parciales, en el sentido de que tratan sólo algunos aspectos de sus correlatos y aproximadas en el sentido de que no están libres de errrores. La teoría científica perfecta no existe ni puede existir.

e. Ningún conjunto de conjeturas se considerará como una teoría científica factual si no constituye un sistema hipotético-deductivo propiamente dicho, si no suministra explicación y predicción y si no es constrastable.

7.8. Requisitos formales de las teorías científicas

a. Consistencia interna y externa

No debe contradecirse a sí misma ni a las otras teorías vigentes o aceptadas como probadas por la comunidad científica.

b. Independencia de las proposiciones básicas

Las leyes que componen la teoría científica no deben ser redundantes, en el sentido que no deben repetirse.

c. Determinación de los conceptos primitivos o básicos

Es en relación a estos términos que se deben definir todos los demás. La multiplicación de términos primitivos complica la investigación, exactamente en la forma en que los términos primitivos que resultan inadecuados orientan o desorientan la investigación hacia su propia identificación. Es el criterio de simplicidad de una teoría.

d. Constitución de un sistema hipotético-deductivo

Las proporciones básicas de la teoría, construida con los términos primitivos y derivados, deben implicar y explicar las leyes experimentales, los fenómenos conocidos y los que se descubran a veces predicho por la misma teoría.

7.9. Requisitos no formales de las teorías científicas.

1. Contrastabilidad

Es una exigencia crítica, Por lo general, sólo algunas de las consecuencias contrastables se analizan y toman en cuenta y pueden decidir el destino de la teoría.

2. Potencia explicativa

Una teoría verdadera debe explicar los hechos conocidos y los que se descubran conforme avanza la ciencia y también deben explicar las leyes experimentales.

3. Potencia Predictiva

Toda teoría tiene que hacer un mínimo de predicciones, porque se trata de las predicciones contrastadotas. Pero el asentamiento firme de una teoría científica está en función, principalmente, de las predicciones que signifiquen nuevos avcances en el conocimiento científico.

7.10. Criterios que distinguen una teoría científica

En primer lugar recordemos que una teoría científica es un marco conceptual que se usa para explicar hechos, fenómenos o leyes y para predecir nuevos hechos y fenómenos. Las teorías son el motor fundamental de la ciencia porque permiten a los científicos organizar y entender las observaciones y, de esta manera, predecir o provocar futuras observaciones.

En ciencia una teoría es lo más sólido como explicación por estar fuertemente contrastado con la realidad empírica.

Hay una serie de criterios que podemos usar para distinguir entre una teoría científica y algo que tiene esa apariencia, pero no lo es. Los criterios más importantes son los siguientes:

1. Consistentes interna y externamente. Es consistente con la teoría pre-existente en la medida en que ésta haya sido verificada experimentalmente, aunque frecuentemente mostrará que la teoría pre-existente es falsa en un sentido estricto.
2. Empíricamente verificables o falsables (son contrastables).
3. Hace predicciones que algún día puedan ser utilizadas para falsificarla.
4. Parsimoniosas: ahorrativas proponiendo entidades o explicaciones. Es la mejor explicación conocida.
5. Útiles: describen y explican fenómenos observables.
6. Es sostenida por muchas líneas de evidencia en vez de una sola fundación, asegurando de esta manera que probablemente, si no totalmente correcta, por lo menos es una buena aproximación.
7. Ha sobrevivido, en el mundo real, muchas pruebas críticas que la podrían haber falsificado.
8. Corregibles y dinámicas: se hacen cambios en función del descubrimiento de nuevos datos.
9. Progresivas: engloba todo lo que explican las teorías previas y más.
10. Es la mejor explicación conocida, en el sentido de la Navaja de Occam

7.11. Aspectos sintáctico y semántico de las Teorías Científicas

En la lógica de las teorías científicas se deben distinguir dos aspectos: el sintáctico y el semántico.

Los aspectos sintácticos son los que están constituidos por los componentes estructurales de las teorías, por las relaciones lógicas existentes entre sus elementos. Los aspectos semánticos están ligados a los objetos o propiedades de los que habla la teoría.

Aspecto sintáctico

Se refiere básicamente a la relación de deductibilidad entre las proposiciones y la consistencia de la teoría. La relación de deductibilidad entre las proposiciones es expresada por el hecho de que en la teoría todas las proposiciones que no son axiomas deben ser consecuencias lógicas de ellos. Esta propiedad nos permite concebir a la teoría como una red o un circuito en el que, a partir de un nudo o conjunto de nudos (axiomas), se construye la trama, que une a todos los elementos de la teoría, en una estructura de partes interconectadas. Esta conexión permite que cuando se rechaza o confirma alguna proposición del sistema tengan que rechazarse o confirmarse todas las demás. En el caso de la confirmación lo único que se logra es que la teoría se corrobore; ésta no se puede probar en la forma de una ley experimental. Debemos tener en cuenta que una teoría no es una representación mecánica de la realidad; sino, una trama que nos sirve para orientarnos en ella, para comprenderla.

Las proposiciones de la teoría han de estar bien formadas y han de ser coherentes entre sí; se aspira a tratarlas con ayuda de la lógica, si la teoría ha de tener sentido y si ha de referirse a un determinado ámbito factual.

La confiabilidad en el desarrollo estructural o sintáctico de una teoría la encontramos en el **principio de consistencia simple** , el mismo que afirma que en una teoría científica debe ser imposible demostrar una contradicción; esto es, las reglas de deducción no deben permitir demostrar una proposición y también la negación de ésta.

En nuestro tiempo se ha logrado esclarecer que el principio de consistencia simple no es el único y se pueden encontrar formas de consistencia alternativas y productivas en el trabajo científico.

Otro aspecto de la sintaxis de una teoría se refiere a su *sistematicidad o unidad conceptual.* La teoría, para merecer este nombre, ha de ser un sistema conceptual unificado (es decir, sus conceptos han de estar ligados entre sí), y también ha de serlo si pretende afrontar las pruebas empírica y teoréticas como totalidad; es decir, si la contrastación de cualquiera de sus partes ha de ser relevante para el resto de la teoría, de tal manera que pueda eventualmente omitirse un juicio acerca de la corroboración o falsación de la teorías como un todo. La tendencia de la ciencia consiste en un enriquecimiento conceptual progresivo, acompañado de una cohesión o interpretación lógica creciente y no una unificación por empobrecimiento.

Aspecto semántico

El aspecto semántico está ligado a la significación de las proposiciones que constituyen una teoría científica, en otras palabras, al tipo de objetos y propiedades a los que hace referencia la teoría. De acuerdo con esto toda teoría debe cumplir los siguientes requisitos:

Exactitud lingüística. La ambigüedad, la vaguedad y la oscuridad de los términos específicos han de ser mínimas para asegurar la interpretabilidad empírica y aplicada de la teoría.

Interpretación Empírica. Ha de ser posible inferir de las presuposiciones de la teoría ciertos enunciados que podrían compararse con enunciados observacionales, con tal de decidir acerca de la conformidad de la teoría con los hechos.

Representatividad. Se requiere que la teoría represente o, mejor aún, reconstruya acontecimientos y procesos reales, y que no se limite a describirlos y predecir sus efectos observables más importantes.

Para ser representacional-en contraposición a fenomenológica- una teoría no necesita ser gráfica, visualmente perceptible ni intuible. Es suficiente que a algunos de los símbolos, que aparecen en los postulados de las teorías, se les asigne un significado literal haciéndolos corresponder con propiedades reales y esenciales del correlato de la teoría. En otras palabras, para que una teoría sea representacional basta que algunos de sus predicados básicos representen rasgos reales y fundamentales de entidades existentes.

En el curso de la ciencia las teorías, las teorías fenomenológicas o no representacionales han ido sustituyéndose por teorías representacionales que intentan ofrecer descripciones o explicaciones concordantes con la realidad. Así, las teorías de fuerzas de acción a distancia fueron sustituidas por teorías de campo o las teorías de la evolución simple por la teoría de la evolución natural.

El aspecto semántico de las teorías científicas nos conduce a una clasificación simple de éstas tal como sigue:
Teorías abstractas o sin interpretar. Son las teorías formales debido a que sus términos no tienen una significación establecida. Se encuentran en las ciencias formales, como por ejemplo: La teoría algebraica de grupos.

Teorías Interpretadas o representativas. Tienen sus términos con una significación determinada y entre ellas se encuentran tanto teorías formales como empíricas. Un ejemplo de las formales lo constituye la aritmética en que los términos denotan números o relaciones. Un ejemplo de dentro de las teorías empíricas la tenemos en cualquier teoría microfísica cuyos términos denoten átomos, electrones orbitales etc. En el campo social tenemos, como ejemplo, una teoría en la que los términos denotan: clase social, relaciones de producción etc. Los objetos, propiedades y relaciones, a que se refiere una teoría interpretada, constituyen en sentido estricto la interpretación o modelo de la teoría.

7.12. Requisitos epistemológicos de las Teorías Científicas.

1.- Consistencia Externa. La teoría ha de ser consistente, con la mayor parte del conocimiento aceptado, si aspira a ser considerada como una contribución al conocimiento científico. En otras palabras , toda nueva teoría se apoya en las teorías vigentes a la época. Cuando se lanza una hipótesis se lanza sobre un marco teórico ya aceptado por la comunidad científica. En el caso que se presente una teoría revolucionaria, hay que tener en cuenta que éstas son incompatibles sólo con una parte del conocimiento científico, ya que la propia crítica de las viejas teorías y la construcción de teorías nuevas se efectúa sobre la base de un saber determinado.

Este fue el caso de la teoría de la Relatividad Einsteniana por ejemplo. Teorías que aparentan ser científicas como —La Percepción extrasensorial! y otras, pertenecientes a la pseudociencia, tienen en este requisito su mayor enemigo para ser rechazadas.

2.- Capacidad explicativa. La teoría ha de resolver los problemas planteados por la explicación de los hechos y las generalizaciones empíricas de un ámbito dado y debe hacerlo de la manera más exacta posible. Pero hay que tener en cuenta que el alcance de una teoría no puede aumentar más allá de cualquier límite: una teoría científica no puede resolver todos los problemas, bajo pena de convertirse en irrefutables. Una teoría no ha de ser capaz de resistir en su seno hipótesis o propuestas contrarias y no ha de ser compatible con pruebas empíricas contrarias.

3.- Capacidad predictiva. La teoría ha de predecir por lo menos aquellos hechos que puede explicar después de ocurridos. Pero en la medida de lo posible, la teoría debiera predecir también hechos y relaciones nuevas e isospechadas. En otras palabras, la capacidad predictiva puede descomponerse en la suma de la capacidad de predecir una clase conocida de hechos y la capacidad de prever nuevos efectos, es decir, hechos de cierto tipo no previstos según otras teorías del mismo ámbito.
Aunque la estructura lógica de la predicción es la misma de la explicación, la capacidad predictiva no es lo mismo que la capacidad explicativa; por ejemplo: Las teorías tales como las de la geología, la evolución y la sociedad humana tienen una elevada capacidad explicativa, pero sólo una escasa capacidad predictiva. Por otro lado, las predicciones son generalmente de hechos y muy raramente de leyes, mientras que las explicaciones pueden serlo tanto de hechos como de leyes.

4.- Profundidad. Ninguna teoría científica es una mera colección de observaciones. Pero mientras que algunas teorías sólo dan cuenta de las apariencias, otras introducen propiedades diafenoménicas, mediante los cuales explican lo observable en función de lo inobserbable. Por ejemplo: la óptica ondulatoria es más profunda que la óptica geométrica. Esta exigencia no elimina a la teoría menos profunda, las dos son útiles en determinados aspectos; el grado de profundidad exigido actúa como un estímulo en la construcción de la teoría, pues, desde el punto de vista Físico, la óptica geométrica es más superficial que la óptica ondulatoria.

5.- Fecundidad. La teoría debe tener capacidad indagatoria: debe ser capaz de guiar nuevas investigaciones y sugerir nuevas ideas , experimentos y problemas en el propio campo o en campos afines.

6.-Originalidad. Es de esperar que la teoría sea nueva en comparación con sistemas rivales. Las teorías hechas con fragmentos de teorías existentes, o muy parecidas a sistemas ya elaborados, o que carecen de nuevos conceptos, resultan siempre desprovistas del más mínimo interés. Las teorías más influyentes son las que estimulan e inaguran nuevas vías de pensamiento y son todas ellas teorías profundas, representacionales y unificadoras, como la Mecánica Newtoniana.

7.13. Construcción de Teorías Científicas

Las teorías pueden construirse, remodelarse, reconstruirse lógicamente, aplicarse, destruirse y olvidarse.

No hay términos normados y listos para la construcción de teorías. Los medios que se utilizan en la construcción de teorías, pero que no aparecen en su presentación final, se llaman ideas heurísticas. Ejm: la hipótesis del calórico que fue una idea heurística en la construcción de la termodinámica.

La teoría científica es la sistematización de datos. Una teoría científica no puede ser un sumario de datos ni una síntesis de experiencias elementales. Por definición, una teoría es un conjunto de fórmulas parcialmente elaboradas por la relación de deducibilidad y esta relación no vale nunca entre enunciados particulares referentes cada uno a un hecho distinto. Para deducir fórmulas acerca de la experiencia, tenemos que levantarnos por encima de ellas y construir un sistema transempírico multinivel. La experiencia científicamente relevante no es experiencia pura, sino, experiencia conceptualizada o interpretada.

Como de un mero conjunto de enunciados de evidencia singular no puede inferirse válidamente nada, hay que crear algo que vaya más allá de la experiencia si es que queremos explicar esto. Los datos deben encontrarse en los dos extremos del proceso: como disparadores de teorías pero nunca como ladrillos de teorías.
El punto de partida de una teoría es generalmente el problema de sintetizar y explicar un conjunto de generalizaciones, más o menos inconexa, empíricas o no que pueden llamarse las hipótesis del descubrimiento de la teoría. La unificación de un conjunto de hipótesis tales, requieren:

a. a.- Su formulación con términos teoréticos más especializados que permitan mayor precisión.
b. b.-La introducción de hipótesis nuevas que establezcan vínculos lógicos entre aquellas hipótesis y permitan su deducción.

Toda teoría asimila, enriquece y corrige la experiencia y puede, por útil que sea, ser insuficiente porque introduce conceptos transempíricos. Los conceptos inexactos del conocimiento común, por útiles que sean, son insuficientes en marcar las elevadas hipótesis de la ciencia, no sólo por demasiado vagos, sino porque corresponden a rasgos superficiales de la realidad. Lo que las cosas son realmente no pueden percibirse, sino formularse hipotéticamente: tenemos que imaginar modelos más o menos idealizados elaborados en base a construcciones teoréticas, para luego contrastarlas.

La teoría factual es, en el mejor de los casos, aproximadamente verdadera, porque supone demasiadas simplificaciones y algunas invenciones que tiene que ser por fuerza inadecuadas en alguna medida, pues no pueden controlarse plenamente ni por la experiencia ni por la lógica.

7.14. Teorías científicas y modelos

La realidad es compleja y para estudiarla científicamente hacemos simplificaciones que representen lo que queremos estudiar: son los denominados -*modelos científicos*‖ o simplemente "*modelos*‖. Decimos que son ideales porque no son una representación completa de la realidad. Este concepto tiene diversas connotaciones en el ámbito científico, lo que genera confusión en su uso. Daremos algunos alcances sobre su significado.

1. Modelo puede usarse como sinónimo de teoría científica expresada en su forma común: Conjunto de proposiciones universales hipotéticas que pretende describir y explicar una estructura compleja de la realidad. En términos generales toda teoría es un modelo que busca interpretar, explicar o predecir determinados aspectos de la realidad.
2. También se entiende como modelo a la presentación formal de una teoría; o lo que es lo mismo decir: Presentar a la teoría en su forma simbólica más abstracta: lógico matemática. En este caso se necesita hacer uso de una interpretación o representación que la teoría no la da. La objeción que se plantea a estos modelos es que no permiten una representación perceptiva de la realidad. Sino, más bien, tratan de identificar lo formal con lo real.
3. Un modelo también puede significar una teoría en el sentido de -Cálculo abstracto debidamente interpretado‖. Se presenta a la teoría con sus leyes, explicaciones y predicciones dispuestas en un sistema hipotetico-deductivo. Es la teoría formal debidamente interpretada.
4. En algunos casos un modelo no es más que una —maqueta que suponemos nos brinda una representación de la estructura de la realidad‖. Es muy común el uso de estas maquetas, como es el caso de la teoría atómica de la materia, que antiguamente se representaba como un sistema planetario en miniatura.
5. Modelo como cálculo matemático puro: Es el caso más sofisticado de modelo. Aquí las teorías científicas se presentan totalmente matematizadas sin correlato empírico, como por ejemplo: las teorías de la Mecánica Cuántica; que por su gran abstracción simbólica, son más instrumentos de cálculo y predicción, pero que no guardan relación, ni intentan describir la estructura misma de la realidad. Son las teorías instrumentales de la ciencia.
6. Un rasgo esencial de todo modelo es que haga siempre referencia a la realidad, aunque lo haga de forma simplificada. Los modelos descritos en el último caso no dejan de ser útiles por su gran poder de predicción, haciendo avanzar la ciencia considerablemente; pero, no se debe perder de vista, que en su función cognitiva, la ciencia busca conocer la estructura de la realidad.

Hay gran variedad de modelos siendo unos más matemáticos y otros representacionales o imaginativos, que permiten dibujar esquemáticamente aspectos centrales del objeto en estudio. Para esto es necesario que el científico se dé cuenta de qué propiedades de los fenómenos son esenciales para la idealización y qué propiedades pueden ignorarse.

Los modelos fueron uno de los factores de la revolución científica del s.XVII.
Galileo insistía en la importancia de la abstracción e idealización de la física y usó idealizaciones (modelos) como la "caída libre del péndulo" y el "péndulo lineal" que no se encuentran directamente ejemplificadas en los fenómenos. Newton también construyó un

modelo de sistema solar en el que el sol (1500000 km de diámetro) se reducía a un punto en el que concentraba toda su masa y lo mismo con el resto de planetas. Las interacciones de los cuerpos se reducían a la gravedad y nada más. Gracias a estas enormes simplificaciones (modelo) tuvo un enorme éxito. Supo abstraer las propiedades fundamentales de enormes cuerpos según lo que le interesaba estudiar.

Hay muchos tipos de modelos en ciencia y a veces, se usan varios modelos para estudiar la misma realidad. Por ejemplo, para estudiar las partículas subatómicas se usan dos modelos, el ondulatorio y el corpuscular, cada uno de los cuales explica parte de los fenómenos, pero no todos.

7.15. Con las teorías científicas se puede alcanzar alguna verdad?

No, si pretendemos pruebas absolutas. Pero sí nos pueden informar, con algún grado de certeza, algo respecto al mundo externo, dentro del contexto de la ciencia de su tiempo.

Debemos tener en claro que todo conocimiento científico siempre es provisional y perfectible y la verdad es un concepto relativo al que sólo se le pueden aplicar criterios. Por lo tanto, se puede pensar en los hechos y teorías como si estuvieran en una "escala de verdad". En lo alto de la escala estarían los hechos que podemos considerar con certeza verdaderos (la Tierra es esférica). Las teorías científicas tratan de acercarse más o menos a este extremo superior; pero no olvidemos que, por ser una construcción mental, toda teoría siempre será provisional.

Algunos posmodernistas afirman que la ciencia no puede decir que refleja el mundo empírico tal como es y sólo nos dice cómo se les aparece a los científicos y que no hay una verdad científica, que las teorías científicas son ficciones. Sin embargo, el que nuestra capacidad sea limitada y que tengamos una perspectiva humana, no significa que no haya una verdad científica, o que todas las explicaciones sean iguales.

Poniendo un ejemplo más científico, recordemos que Newton propuso la teoría de la gravitación en el siglo XVII. Esta teoría explicaba los hechos empíricos y hacía predicciones que fueron contrastadas y halladas correctas con los instrumentos usados. En ese sentido, se probó que la teoría de Newton era la verdad.

En el s.XIX se usaron instrumentos más precisos para contrastar la teoría newtoniana y se encontraron algunas discrepancias como que la órbita de Mercurio no era lo suficientemente correcta. Albert Einstein propuso sus teorías de la relatividad que explicaban los nuevos datos y hacía otras predicciones adicionales. Esas predicciones se han confirmado con el instrumental usado. Es decir, ahora las teorías de Einstein son la verdad que sustituye.....¿Qué pasa? ¿Resulta que ahora la verdad ha cambiado?

NO. El universo es el mismo y las teorías de Newton siguen siendo una verdad relativa porque sigue siendo correcta en sus predicciones, excepto que cerca de la velocidad de la luz necesitas las teorías de Einstein. Es decir, lo que ha ocurrido es un perfeccionamiento es base a nuevos datos, predicciones y mediciones y en determinadas condiciones; en este caso, cerca de la velocidad de la luz.

En el habla popular, una teoría es vista frecuentemente como poco más que una suposición o hipótesis. Por otro lado, en ciencia y en el uso académico general, una teoría es mucho más que eso: *ella es un paradigma establecido que explica gran parte o la totalidad de los datos con que se cuenta y ofrece predicciones válidas verificables.* En ciencia, una teoría nunca puede ser probada como verdadera porque nunca podemos asumir que sabemos todo lo que hay que saber al respecto. En vez de eso, las teorías permanecen en pie mientras no sean refutadas por nuevos datos, hasta el momento en el cual sean modificadas o sustituidas por otras nuevas.

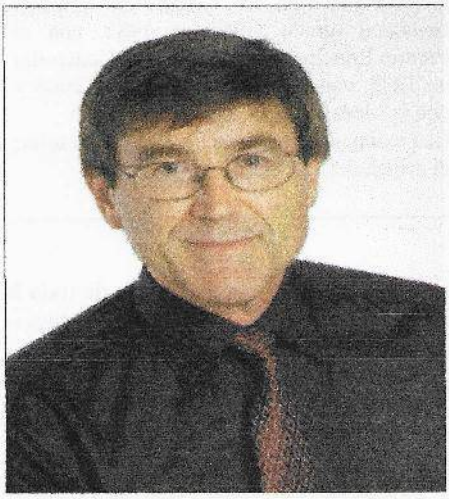
Ejemplos de teorías por disciplinas científicas

- Biología: Teoría de la evolución.
- Comunicación: Teoría crítica | Teoría hipodérmica | Teoría funcionalista.
- Física: Teoría cuántica de campos | Teoría de cuerdas | Teoría de la relatividad.
- Geografía: Teoría de los lugares centrales.
- Geología: Deriva continental | Tectónica de placas.
- Matemáticas: Teoría del caos | Teoría de grafos | Teoría de números | Teoría de probabilidades | Teoría de juegos.
- Sociología: Gran Teoría | Medio rango | Micro nivel.

LOS CIENTÍFICOS OPINAN SOBRE LAS TEORÍAS CIENTÍFICAS

1.- Una teoría científica es un informe coherente sobre algunos aspectos de la naturaleza basado en alguna colección de principios consistentes, expresados preferentemente en forma matemática. *La teoría pretende ser un modelo de parte del mundo. Se acepta o se abandona según su utilidad.* Se invita a otros científicos a realizar experimentos que determinen hasta qué punto el modelo encaja con la realidad. Si estos experimentos confirman repetitivamente la exactitud del modelo, la confianza en la teoría crece y ésta se convierte en parte del cuerpo aceptado de Ciencia, hasta el momento en que aparece una teoría mejor, más exacta y que abarque más.

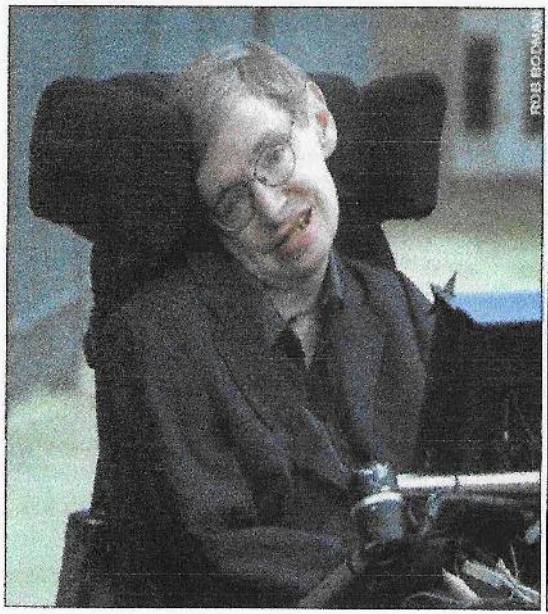
Paúl Davies. —La Superfuerza‖ p. 220



Paul Charles William Davies (22 de abril de 1946) es un físico, escritor y locutor británico reconocido a escala internacional.
Ha ocupado cargos académicos en la Universidad de Cambridge, Universidad de Londres, Universidad de Newcastle y en la Universidad de Adelaida. Sus investigaciones se centran en el campo de la cosmología, teoría cuántica de campos, y astrobiología El talento de Davies como divulgador científico ha sido reconocido en el Reino Unido con la 2001 Kevin Medal and Prize por el Instituto de Física, y en el 2002 el Faraday Prize por la Royal Society.
Por sus contribuciones a implicaciones profundas de la ciencia, Davies recibió el Templeton Prize en 1995.

2.- Para poder analizar la naturaleza del Universo y poder discutir cuestiones tales como si ha existido un principio o habrá un final, es necesario tener claro que es una teoría Científica. *Una teoría es simplemente un modelo del Universo, o de una parte de él y un conjunto de reglas que relacionan las magnitudes del modelo con las observaciones que realizamos. Esto sólo existe en nuestras mentes y no tiene ninguna otra realidad (cualquiera que sea lo que esto pueda significar).* Una teoría es una buena teoría siempre que satisfaga dos requisitos: Debe describir con precisión un anplio conjunto de observaciones sobre la base de un modelo que contenga sólo unos pocos parámetros arbitrarios y debe ser capaz de predecir positivamente los resultados de observaciones futuras....Cualquier teoría Física es siempre provisional, en el sentido de que es siempre una hipótesis: *Nunca se puede probar.* A pesar de que los resultados de los experimentos concuerden muchas veces con la teoría, nunca podemos estar seguros de que la próxima vez el resultado no vaya a contradecirla. Sin embargo, se puede rechazar una teoría en cuanto se encuentre una única observación que contradiga sus predicciones.

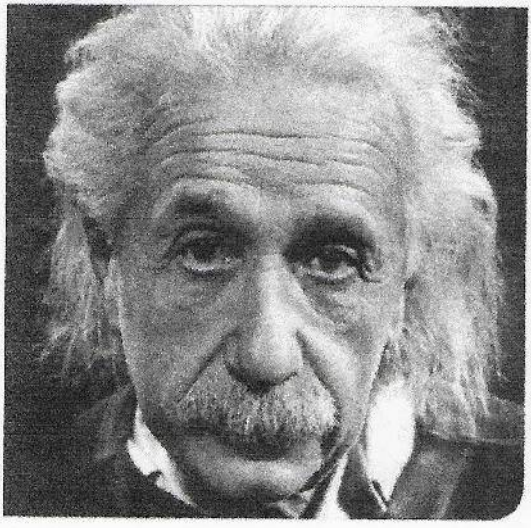
Stephen Hawking...‖Historia del tiempo‖ pp 27-28



Stephen William Hawking (Oxford, 8 de enero de 1942) es un físico, cosmólogo y divulgador científico del Reino Unido.
Es iembro de la Real Sociedad de Londres, de la Academia Pontificia de las Ciencias y de la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos. Fue titular de la Cátedra Lucasiana de Matemáticas (*Lucasian Chair of Mathematics*) de la Universidad de Cambridge hasta su jubilación en 2009.[1] Entre las numerosas distinciones que le han sido concedidas, Hawking ha sido honrado con doce doctorados *honoris causa* y ha sido galardonado con la Orden del Imperio Británico (grado CBE) en 1982, con el Premio Príncipe de Asturias de la Concordia en 1989, con la Medalla Copley en 2006 y con la Medalla de la Libertad en 2009.
Es reconocido por sus investigaciones sobre el origen del universo.

3.- La creencia en un mundo exterior, independiente del sujeto perceptor, es la base de toda la Ciencia natural. No obstante, dado que la percepción sensorial sólo brinda información indirecta de ese mundo exterior o –Realidad Física‖, únicamente podemos captar a esta última por medios especulativos. De aquí se concluye que *nuestras nociones de la realidad física, nunca podrán ser definitivas. Debemos estar preparados para cambiar esas nociones.*

Albert Einstein… Sobre la teoría de la relatividad. P. 74



Albert Einstein (Ulm, Alemania, 14 de marzo de 1879 – Princeton, Estados Unidos, 18 de abril de 1955) fue un físico de origen alemán, nacionalizado posteriormente suizo y estadounidense. Está considerado como el científico más importante del siglo XX, y uno de los más grandes científicos de todos los tiempos, además de ser el más conocido.
[1]Por sus explicaciones sobre el efecto fotoeléctrico y sus numerosas contribuciones a la física teórica, en 1921 obtuvo el Premio Nobel de Física y no por la Teoría de la Relatividad, pues el científico a quien se le encomendó la tarea de evaluarla, no la entendió, y temieron correr el riesgo de que posteriormente se demostrase que fuese errónea

CAPÍTULO Nº 8

DESARROLLO HISTÓRICO DEL MÉTODO CIENTÍFICO

8.1. Introducción

En el presente capítulo se considera el origen del método de la ciencia en un contexto histórico, desde que el hombre empezó a interesarse por saber lo que sucedía a su alrededor, enfatizando los hechos que ocurrieron durante el siglo XVI y XVII y conforme a las pensamientos filosóficos de aquellas épocas. Luego se analizan los principales esquemas de cada uno de los métodos de la ciencia más relevantes y que han aportado al progreso de la humanidad y se mencionan a los filósofos o científicos que la respaldaron.

Luego en una segunda parte se consideran las articulaciones o vinculaciones y las desarticulaciones o distorsiones del método de la ciencia, en relación con las vertientes de la postmodernidad.

Es indudable que el método científico, a través de la historia, ha ido cambiando y en cada época han surgido contribuciones al conocimiento; sin embargo, a pesar de las limitaciones para el avance de la ciencia, se han tomado en cuenta las principales tendencias genéricas de los métodos utilizados. De esta manera, las diversas teorías científicas y leyes han sido mejoradas, sin que esto sea algo acabado.

Así por ejemplo, la gran mayoría de los científicos activos aceptan que el universo está gobernado por una ley natural, un hecho resaltado por Philip Anderson.

"Creer en una ley natural es creer que el universo es comprensible en última instancia, que las mismas fuerzas que determinan el destino de una galaxia también pueden determinar la caída de un objeto aquí en la tierra; que los mismos átomos que refractan la luz que pasa a través de un diamante también pueden formar el material de una célula viviente; que los mismos electrones, neutrones y protones que surgieron del big bang pueden dar lugar ahora al cerebro humano, la mente y el alma. Creer en la ley natural es creer en la unidad de la materia al nivel más profundo posible".

Por ello, cada nuevo descubrimiento de la ciencia amplía y profundiza nuestra comprensión, pero al mismo tiempo nos plantea nuevos desafíos. Cada pregunta solucionada plantea inmediatamente nuevas preguntas y necesariamente se impone el uso del método de la ciencia para llegar a la determinación de leyes y de teorías que permitan aplicarse en un entorno tecnológico cada vez más sofisticado.

En primera instancia, los antiguos griegos pensaban que habían comprendido todas las leyes del universo sobre la base de la geometría euclidiana, que tenía un contexto deductivo; sin embargo, la metodología de la ciencia ha evolucionado, del método inductivo-deductivo, al método a priori-deductivo, luego al hipotético-deductivo y posteriormente a los métodos múltiples; en tanto, por un período de 144 años, desde mediados del siglo XVI hasta el siglo XVII, se varió de la teoría geocéntrica de Aristóteles a la heliocéntrica de Copérnico donde se considera que los planetas orbitan alrededor del sol.

El método científico ha evolucionado a través de la historia tomando en cuenta que, donde se tenga que resolver un problema inherente a la realidad empírica, para mejorarla, será la ciencia la que nos brinde los procedimientos y las teorías correspondientes. La ciencia como tal abarca un conjunto de conocimientos comprobados y sistematizados, obtenidos mediante el concurso de métodos lógicos, rigurosamente aplicados. Estos conocimientos, después de estar sujetos a la crítica y a la comprobación, se presentan organizados y distribuidos en las diversas ramas del saber para su aplicación.

A continuación se tiene una descripción del encuentro del hombre con la realidad a lo largo del tiempo y los diversos medios que ha empleado para reflexionar acerca de su entorno.

8.2. Nacimiento del método en la ciencia

Desde que el hombre empezó a tratar de comprender el mundo que lo rodeaba, la ciencia comenzó a gestarse. El conjunto de **aprehensiones por medio de los sentidos**, el discurrir rudimentario, la búsqueda de satisfacción a sus necesidades, el instinto de supervivencia y la curiosidad, fueron, entre otros, los factores que encaminaron al hombre a la ciencia.

En la prehistoria, el hombre asimilaba sus experiencias según su particular concepción de la naturaleza; las que estaban más allá de su explicación eran relegadas al campo del misterio, atribuido a manifestaciones mágicas de quienes más tarde habrían de ser reconocidos como deidades. Utilizó la **observación** para saber hasta llegar al análisis y el raciocinio con la **experimentación**, y a la **sistematización** de los conocimientos que iba adquiriendo. Todo este saber, disperso geográfica y epistemológicamente, fue recogido por los griegos, quienes lo ordenaron y pretendieron darle una forma más precisa.

Cuando el hombre comienza a actuar - consciente o inconscientemente - con la idea elaborada de la causalidad, es precisamente donde se da la **ciencia y su primer método**. La metodización comienza cuando por medio de la **observación** se llega en la práctica a la concepción de que, dados ciertos fenómenos o circunstancias, se producen en sucesión temporal otros que aparecen condicionados por los que les anteceden; con esto se descubre la relación *causa- efecto*. Esta primera intuición de **la causalidad, alcanzada de manera empírica, es el primer *método científico***. Este primer método, punto de partida de la ciencia, carece, en esta etapa, de un objeto en particular al cual se le aplique.

El pensamiento indiferenciado es el que aborda la realidad; que es *geométrico*, por ejemplo, si su finalidad práctica consiste en determinar la extensión de un área de terreno y su delimitación; que es *aritmético* cuando se hace necesario censar o contar un rebaño. La geometría y la aritmética, así como la medicina, son quehaceres prácticos que hallarán su teorización algunos siglos más tarde. La medicina lo tendrá en el *corpus hipocrático*. La

aritmética y la geometría, en Pitágoras y en los *Elementos* de Euclides. El trayecto de las ciencias empíricas es un poco más largo y difícil que el de la aritmética y la geometría, en cuanto a que aquellas tratan de encontrar un cuerpo teórico debido a la necesidad de acumular datos, hechos y experiencias que sirvan de contenido para la abstracción generalizadora y derivadora de leyes que establezcan las relaciones causales que permitan hacer predicciones exactas. El camino pasa por el **"método" de ensayos y errores**, que es quizá el primero en despejar el terreno de la ciencia primitiva. Sus logros y desaciertos se transmiten por tradición oral en forma de preceptos con inclusión de supersticiones y mitos.

El método causal, íntimamente vinculado al hombre como sistema de referencia, tiene carácter antropomórfico y animista en el análisis de la realidad.

El método comparativo, en su búsqueda de semejanzas y diferencias entre las cosas hace posible una confusión en la cual el hombre no se concibe a sí mismo, como algo distinto. Son ejemplos de este método: el símil, la metáfora, la analogía, formas que sirven para calificar más cercanamente los objetos mediante su semejanza o diferencia con uno o varios objetos.

En este periodo se adecuaban los métodos a sus objetos de investigación, deslindando el pensamiento científico de las otras formas sobrenaturales y míticas, intentando explicar la naturaleza por sí misma. En tal proceso, el lenguaje jugó un papel fundamental e hizo posible el **desarrollo de la lógica.**

8.3. Los antiguos griegos

En todos los filósofos griegos existió, como característica predominante, la observación natural, aunque no se puede descartar que ocasionalmente hayan efectuado algún tipo de experimentación muy simple.

Los griegos, por no haber avanzado todavía hasta el análisis y la desintegración de la naturaleza, la enfocan como un todo, en sus rasgos generales. Los fenómenos naturales aún no se indaga en detalle, sino que es el resultado de la intuición directa. En esto estriba la falla de la filosofía griega, la que más tarde la obligaría a ceder el paso a otros métodos.

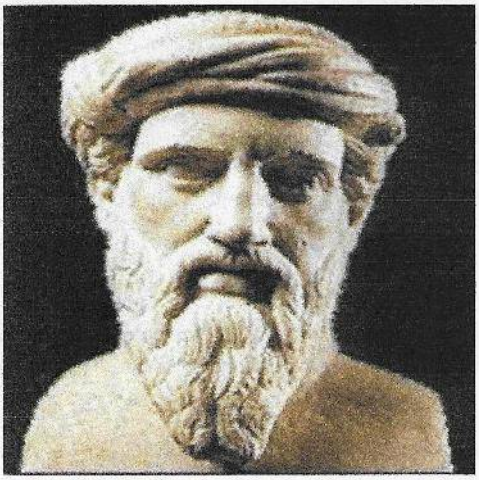
En la escuela naturalista de Jonia, se señalan caracteres muy determinados: la **observación cuidadosa de la naturaleza, el uso de la razón para explicarla**, la búsqueda de una sustancia universal o primera, de la cual están compuestos todos los cuerpos del universo. Con esta actitud metódica es que Tales (624 - 547 AC) establece su idea de que el agua es la sustancia primera, como principio de la unidad material del mundo. De ese principio surge todo, es decir, el movimiento y la vida, concebidos de un modo general. También en esta forma supone que a todo fenómeno sucede uno que le es contrario cualitativamente, lo cual le lleva a establecer como contrarios: agua - fuego, húmedo - seco, verano - invierno. Esta paridad simétrica de la naturaleza, que implica una **concepción de cadenas causales**, se desarrolla en el pensamiento griego posterior.

Pitágoras (575. 500 AC): en la escuela pitagórica se va al **análisis de un objeto sólido cualquiera**. Este objeto está compuesto por partes (un cubo, por ejemplo), pero estas partes pueden corresponderse o no de manera simétrica, y ésta es representable en una relación matemática que conserve esa simetría. Analizando el cuadrado, éste está compuesto

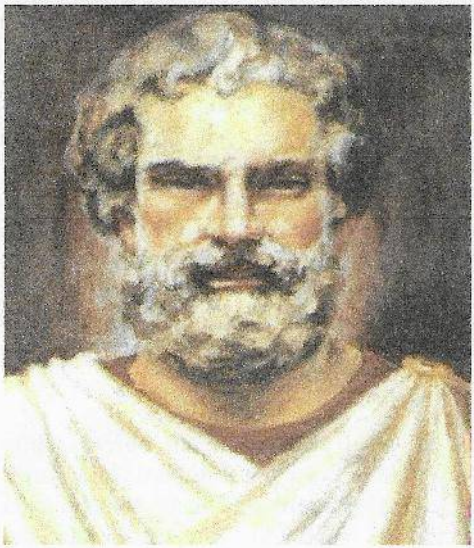
primeramente de planos de superficie, de líneas, y estas líneas, de puntos; estos elementos están en una relación precisa que es la que constituye todas las formas semejantes a él.

Demócrito (460 - 370 AC) sostiene que el Ser es la sustancia material concreta y el no ser el espacio vacío en el cual la sustancia se mueve, tan necesario el uno como el otro. El átomo es el "uno", principio de individualización del Ser; éste se une a otros "unos" (átomos) y forma combinaciones que constituyen cosas.

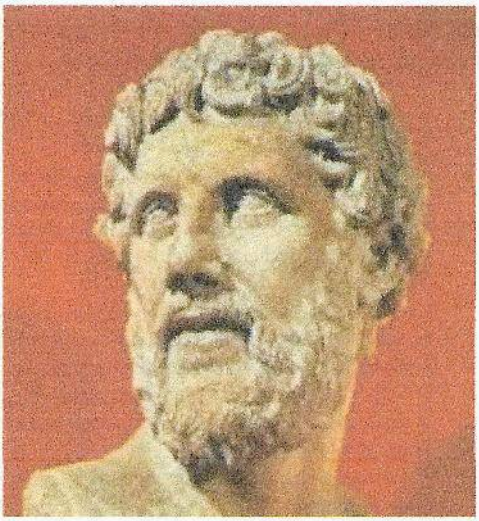
El método exhaustivo aplicado por Demócrito, en el cual se suponía a toda figura compuesta por capas delgadas superpuestas las unas a las otras, conduce al razonamiento de que **lo que se nos presenta como unicidad es, realmente, una multiplicidad de unidades más pequeñas** que el cuerpo mismo.



Pitágoras de Samos (aproximadamente 582 a. C. - 507 a. C.)
Fue un filósofo y matemático griego, famoso sobre todo por el Teorema de Pitágoras, además estudió y clasificó los números.
A su escuela de pensamiento se la conocía como los pitagóricos y afirmaban que la estructura del universo era aritmética y geométrica.
Fueron los primeros en sostener la forma esférica de la tierra y postular que ésta, el sol y el resto de los planetas conocidos, no se encontraban en el centro del universo, sino que giraban en torno a una fuerza simbolizada por el número uno.



Tales de Mileto (639 a.c – 547/6 a.C.)
Fue el iniciador de la indagación racional sobre el universo. Se le considera el primer filósofo de la historia de la filosofía occidental, y fundador de la escuela jónica de filosofía. El primero y más famoso de los Siete Sabios de Grecia y uno de los más grandes astrónomos y matemáticos de su época.
Tales se preguntaba: Si la Naturaleza remite siempre a un principio (*arché*) ¿Es posible concebir una única realidad o sustancia que pueda ejercer en ella tanto de origen, sustrato y causa. Tales argumentaba que es el agua quien desempeña dicho papel, y quizás sea la primera explicación significativa que se dio del mundo físico sin hacer referencia explícita a lo sobrenatural.



Demócrito de Abdera (460 - 370 a. C.)
Es considerado fundador de la escuela atomista. Para Demócrito, la realidad está compuesta por dos causas: (*lo que es*), representado por los átomos homogéneos e indivisibles, y (*lo que no es*), representado por el vacío.
Demócrito pensaba y postulaba que los átomos son indivisibles, estarán siempre en movimiento y son eternos y se distinguen por su forma, tamaño, orden y posición.
Explicaba las percepciones sensibles tales como la visión, como la interacción entre los átomos que emanan desde el objeto percibido hasta los organismos receptores.

Sócrates (469 - 399 AC) postula la **duda metódica** como un principio fundamental en su concepción del método. Nada debe estimarse cierto sin ser sometido al tribunal de la razón.
El desarrollo de la inducción es seguramente la contribución más valiosa de Sócrates al pensamiento humano. Su análisis de los casos particulares para llegar al conocimiento general, y la crítica de este último, representan un enorme avance en el campo de la metodología.

Los caracteres de la definición y cómo llegar a ella evitando numerosos errores que suelen presentarse, representan un aporte de muy alta estimación en la historia del pensamiento humano.

Según Platón (428 - 348 AC), la percepción sensible sólo nos ofrece apariencias y las ideas que de ellas surgen son mera opinión (doxa). La verdad está en el mundo de las ideas, inmutable y eterna, que sólo se puede alcanzar con el empleo de la Dialéctica, mediante el verdadero saber (episteme).

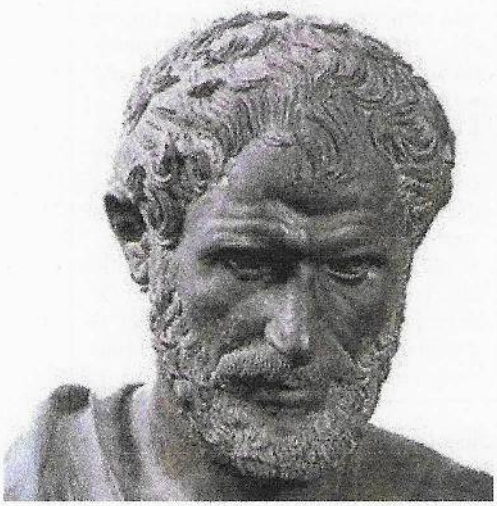
La Dialéctica es ciencia y es método a la vez *y permite llegar a las ideas más elevadas (Dialéctica ascendente que culmina en la idea del bien) y descender a las cosas más humildes (Dialéctica descendente) en búsqueda constante de la verdad.*

Aristóteles (384 - 322 AC): propuso la elaboración clásica de los problemas del método, que determinó la senda teórica tradicional del pensamiento. Su aportación más original a la metodología es la creación de la **lógica formal**, a la que considera como el *Organon* universal para obtener el conocimiento.

Por otra parte, las proposiciones de los Elementos de Euclides (primera mitad del siglo III AC) que no están basadas en la construcción de figuras geométricas, se pueden considerar como experimentos mentales y la geometría como el capítulo más simple de la física.

Arquímedes (primera mitad del siglo III AC) incorpora la **inducción** continuando la tradición del método deductivo y axiomático de sus antecesores, dándole a la demostración de los

axiomas nuevos elementos de verificación, el experimento real, en el mundo físico. Arquímedes combina estos pasos en un ir y venir de la teoría a la práctica y de la práctica a la teoría.



Aristóteles (384 a. C.-322 a. C.) fue un filósofo, lógico y científico de la Antigua Grecia cuyas ideas ejercieron una enorme influencia sobre la historia intelectual de Occidente por más de dos milenios.
Aristóteles fue un pensador con espíritu empirista; es decir buscó fundamentar el conocimiento humano en la experiencia. Una de las primeras preocupaciones fue encontrar una explicación racional para el mundo que lo rodeaba.
Es reconocido como el padre fundador de la lógica y de la biología,

8.4. En la época medioeval

El pensamiento y la ciencia medieval se fundaron en un proceso de asimilación y reelaboración de la cultura antigua, GRECO-ROMANA. Los Árabes, principalmente Averroes y Avicena, hicieron circular nuevas corrientes de pensamiento científico y filosófico mediante las traducciones de los autores clásicos: Platón y Aristóteles. En la edad media se planteó de muchas maneras la teoría del conocimiento poniendo de manifiesto las relaciones razón-fé, y afirmando que las ciencias debían integrarse a la sabiduría cristiana. Esta postura medieval podría resumirse en la frase de Isaías –sin fe es imposible la ciencia||.

San Agustín y Santo Tomás, principales representantes de la edad media, buscaron aclarar el valor de la razón; pensaron que no sólo servía para aclarar o explicitar la fe, si no que ella misma servía para conocer la verdad. Sin embargo, en la Edad Media estos autores mostraron que la razón que guiaba el conocimiento de los griegos no era suficiente para abarcar la totalidad de la verdad, pues estaba incluida la revelación como guía suprema del saber. Es de resaltar la posición de Tertuliano, quien se consideró enemigo de la defensa de la fe por vía racional, e hizo resaltar el sentido práctico de la misma. Bajo la influencia del cristianismo se dio una permanente confrontación entre el saber religioso y la explicación racional. En mayor parte del tiempo se dio un privilegio a las verdades de fe. En algunos casos se reconoció la importancia del conocimiento obtenido racionalmente, pero dejando claro que llegada una situación límite de antagonismo entre las ideas de fe y de razón, las primeras se consideran verdaderas. Los reconocimientos marcadamente racionales provenían de la tradición griega, especialmente del pensamiento aristotélico. Pero en general, no se tenía acceso a la totalidad de las obras griegas; sòlo se conocían fragmentos de ellas y no por traducción directa. Gran parte de los textos griegos fueron traducidos al idioma Árabe, y de allí al Latín.

Los escritos de Aristóteles comenzaron a ser traducidos aproximadamente a partir del 1500. Sin embargo, a partir del silo XIII y más claramente a partir del siglo XIV aparecen las primeras críticas desde el mismo seno del aristotelismo. Por un lado, se busca perfeccionar el método científico y por el otro, la búsqueda de nuevas teorías que concluirán con el derrumbe mismo del sistema aristotélico.

Durante el siglo XIII, gracias al conocimiento de la lógica aristotélica y de la matemática griega y árabe, se recuperó la idea del método deductivo sobre el modelo de la demostración matemática. El ideal de una explicación racional, a través de la deducción a partir de los primeros principios evidentes, dominó en los filósofos y teólogos de esa época y propició el desarrollo de las matemáticas, que hasta entonces se habían mantenido en un nivel práctico y elemental. Así, comenzaron a gestarse los cambios que caracterizarían la revolución científica de los siglos XII y XVI, ciencia que pretenderá ser simultáneamente experimental e inductiva, pero también matemática y racional. El empirismo ingenuo comenzaba una instancia de superación para acercarse a la idea de la ciencia, como un saber simultáneamente experimental y demostrativo.

El período, sin embargo, se caracteriza por el desarrollo del método inductivo. Grosseteste, creador de la tradición científica de Oxford, afirmaba que si bien la ciencia habría de partir de datos sensoriales, al ser los objetos percibidos de naturaleza compuesta, era preciso recurrir a la inducción para poder descomponerlos y así encontrar sus principios y causas. Desarrolló de esta manera un procedimiento de resolución (análisis) y composición (síntesis) que suponía primero, una separación de los componentes, clasificarlos y ordenarlos de acuerdo a sus semejanzas para luego recomponer el conjunto, demostrando que lo particular deriva de lo general y los efectos se relacionan con las causas. Grosseteste desarrolló también el método de la eliminación, que permitía elegir entre varias hipótesis formuladas, de acuerdo a dos principios fundantes: la uniformidad de la naturaleza y la economía.

Bacon fue un continuador del método inductivo, de manera tal que reafirmó el valor de la ciencia experimental, puesto que ésta permitía acceder a cuestiones vedadas a la ciencia deductiva. Bacon hace explícito por primera vez, un programa de matematización de la física e instala una nueva concepción acerca del objeto de la ciencia: la investigación ya no debe centrarse en la naturaleza o la "forma" de acuerdo a los principios aristotélicos sino en las "leyes" de la naturaleza. Este cambio de perspectiva supone una ruptura con la tradición ya que cambia el foco a través del cual se observarán los fenómenos naturales.

La escuela de Medicina de Padua, trabajará en esta misma línea desde comienzos del siglo XIV, inspirándose en Galeno y Avicena. Galeno, en su momento, había observado que la sintomatología asociada a una determinada enfermedad no eran sino indicadores que a través de la inducción (método experimental) permitiría remontarse a sus causas. La escuela de Padua, desarrolló un método de resolución y composición a través del cual primero se descomponía el fenómeno (ej: una enfermedad) en sus elementos más simples y luego se formulaba una hipótesis, que permitiera formular por deducción los hechos observados.

Finalmente, se realizaban experimentos que permitieran comprobar la hipótesis. Más tarde, será este método el que inspirará a Galileo en el desarrollo de su propio método científico.

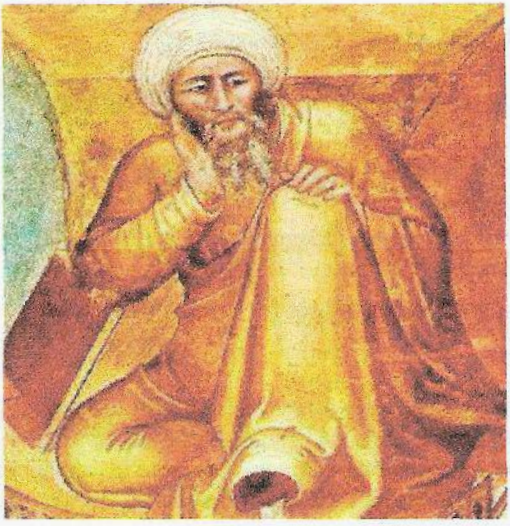
El rechazo de Ockham a las "esencias" y "naturalezas", fue un notable aporte al método científico. Sostenía que era necesario considerar la observación de individuos existentes porque la ciencia "real" requiere centrarse en individuos o acontecimientos existentes. Elimina la causalidad final, lo cual implica un quiebre conceptual con el marco teórico aristotélico. En esta línea, su crítica al aristotelismo, especialmente en los conceptos de substancia y causa, enfatiza que lo que existe son secuencias de hechos, sin que de ello necesariamente pueda inferirse que sean debido a alguna "substancia" o que implique una relación de causalidad necesaria y cierta.

Podemos concluir diciendo que **Durante este periodo de siglos la ciencia cayó bajo la influencia de la fe, las creencias inhiben el progreso científico.** Sin embargo, la inquietud y la inconformidad inherentes al hombre lo encauzan a la ruptura de esa mentalidad. El hombre renace, saliendo del letargo de siglos, y retoma inquietudes; hay un ansia por conocer y por explicarse lo que no entiende. **Las ramas de la ciencia se multiplican y su contenido crece.**

Roger Bacon O.F.M. (Ilchester, c. 1214 - Oxford, 1294)
Filósofo, científico, y teólogo inglés. Conocido también como Doctor Mirabilis.
Fue un entusiasta proponente y practicante del Método Experimental para adquirir conocimiento sobre el mundo. Planeó publicar una enciclopedia completa, pero sólo aparecieron fragmentos. Su frase mas famosa fue "la matemática es la puerta y la llave de toda ciencia".

Inspirado en las obras de autores árabes anteriores —herederos y conservadores de las antiguas obras del mundo griego—, puso considerable énfasis en el empirismo y ha sido presentado como uno de los primeros pensadores que propusieron el moderno Método Científico.

Roberto de Grosseteste (1175 - 1253) nacido en Stradbroke, franciscano, fue un erudito en casi todos los ámbitos del saber de su época y desempeñó el cargo de Obispo en Lincoln (Inglaterra) durante el siglo XIII. Recuperó para el método científico la idea griega de *explicación*. Su concepción de la ciencia implicaba observaciones y experimentos. La posibilidad de aplicar la matemática a la ciencia física sería desarrollada, en el siglo XIV, por otro grupo de discípulos suyos, vinculados al Merton College, conocidos como los *Calculatores*, quienes desarrollaron una matemática del movimiento.



Averroes (Córdoba, 1126 – Marrakech, 1198), filósofo y médico andalusí, maestro de filosofía y leyes islámicas, matemáticas, astronomía y medicina.
En su obra *Tahâfut*, expone la necesidad de que la ciencia se adecue a la realidad concreta y particular, pues no puede existir conocimiento directo de los universales.
En su concepción del intelecto distingue las cuatro fases que atraviesa el entendimiento en la génesis del conocimiento: *material* (receptivo), *habitual* (que permite concebirlo todo), *agente* (causa eficiente y formal de nuestro conocimiento) y *adquirido* (unión del hombre con el intelecto).

8.5. La revolución científica en la edad moderna

El surgimiento de **la nueva ciencia** en la época moderna fue posible gracias al desarrollo de dos aspectos científicos fundamentales: la **observación experimental** y las **matemáticas.**

Hacia finales del siglo XIV comienza un proceso por el cual se sustituye la **ciencia aristotélicotomista** que poseía un **carácter deductivo** y tenía por objetivo expresar las

cualidades y las **esencias** de las cosas (**qué** son, en qué consisten), por una actitud que trata de expresar las propiedades de los objetos mediante **variables cuantitativas** (**cómo** se producen o suceden); por ejemplo, en vez de intentar conocer la esencia del movimiento, se preocupan por la relación existente entre **tiempo** y **velocidad**, o entre **intensidad del impulso** y **duración** del movimiento.

Los científicos de los siglos posteriores siguieron este modo de proceder y aportaron numnerosas concepciones e instrumentos técnicos a la posteridad. **Simón Stevin de Brujas** (1548-1620), recuperó los estudios de **Arquímedes** sobre **estática hidrostática** y fue el priemro en formular la hipótesis de que en el vacío todos los cuerpos caen con la misma velocidad.

Durante el siglo XVII, la **mayor aportación de Galileo (1564 - 1642) a la metodología de la ciencia** fue la **unificación de las investigaciones teóricas y experimentales** en un todo único. Al situar el **experimento** como **base del conocimiento científico**, no menosprecia el papel de la teoría.

Uno de los **logros más admirables de Galileo fue la introducción de la matemática en la práctica de la investigación científica**. Por ello, puede ser objeto de la verdadera ciencia todo lo que es susceptible de medición: la longitud, la superficie, el volumen, la velocidad, el tiempo, etc., o sea, las llamadas propiedades primarias de la materia.

En su forma general, la estructura del método de Galileo considera lo siguiente:

1. Partir de los datos de las investigaciones y del experimento rústico, y crear el modelo ideal del experimento, luego se realiza y queda precisado.
2. Repitiendo el experimento se obtiene el promedio de las magnitudes medidas, considerando correcciones y factores perturbadores.
3. Las magnitudes obtenidas, permiten formular la hipótesis matemática, de la que se deducen las consecuencias mediante razonamientos lógicos.
4. Las consecuencias se comprueban después en el experimento y sirven de confirmación indirecta para la hipótesis adoptada.

Según Newton (1642 - 1727), en la matemática y la filosofía natural, el **método del análisis siempre debe preceder al método de la síntesis**. El método de la **síntesis** fue aplicado en los *Principios matemáticos de la filosofía natural*, de Newton, que son considerados como el modelo del **planteamiento hipotético - deductivo de la ciencia experimental**.

El principio de la uniformidad de la naturaleza es la base para el uso del método de la inducción, ya que la conclusión de lo particular a lo general presupone el examen de los casos particulares como manifestaciones de las leyes comunes. En esto se basa, propiamente, la idea del enfoque experimental, cuya tarea consiste en el descubrimiento de aspectos importantes del fenómeno investigado (ley).

La metodología general seguida en los trabajos de Newton puede ser sintetizada en la siguiente forma:

1. La observación de la realidad y la experimentación meticulosa sobre el comportamiento de ésta, lo llevan mediante una inducción general a establecer una ley o hipótesis.
2. Una vez enunciada, ésta se aplica a una situación particular, deduciendo matemáticamente cómo se comportarían los objetos reales en este caso.
3. Se comprueba en la práctica la verdad de los resultados obtenidos mediante la deducción y, por tanto, la validez del principio de partida (ley o hipótesis).
4. Se repite este proceso en una gran cantidad de casos particulares y, si sus resultados son coherentes, se acepta la ley o inducción primaria, hasta que se descubra algún fenómeno que no sea explicable por ella.

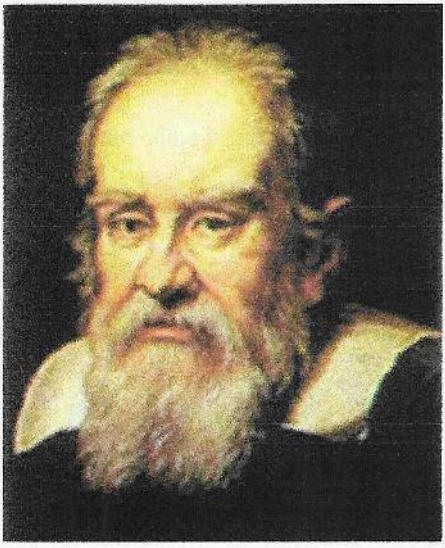
La verdadera lógica, según René Descartes (1596 - 1650), no son las formas del silogismo, sino "las reglas para guiar la razón", que son necesarias al investigar verdades que todavía no conocemos. Esta idea se manifiesta en la **concepción de Descartes del método universal**, que comprende tres componentes inseparablemente vinculados entre sí:

1. Todo problema científico se reduce a un problema formulado en el lenguaje de la matemática.
2. Todo problema matemático se reduce a un problema algebraico.
3. Todo problema algebraico se reduce a la solución de una ecuación única.
4. Un esbozo de la estructura del método universal se ilustra en las siguientes cuatro reglas para la guía de la mente:
5. Incluir en los juicios sólo lo que aparece con claridad y evidencia como para no dudar de ello.
6. Dividir cada una de las dificultades investigadas en tantas partes como sea posible y necesario para superarlas.
7. Mantener determinado orden del razonamiento, empezando con los objetos más sencillos y de más fácil comprensión para ir ascendiendo al conocimiento de lo más complicado, aplicando ese orden incluso allí donde los objetivos del razonamiento no aparecen en su vínculo natural.
8. Elaborar una relación tan completa y concisa, tan general, que se tenga la seguridad de que no se han cometido omisiones.

Para G. W. Leibnitz (1646 - 1716) el problema reside en **lograr un método exacto de enlazar ideas**. Su objetivo en este caso consiste en establecer, **mediante la utilización de ideas elementales, un alfabeto lógico donde todas las nociones compuestas acerca del mundo sean reducidas a nociones simples, como a su alfabeto.**

Según Leibnitz, el pensamiento es el fundamento del Ser y la fundamentación de la ciencia está dada, no sólo en los juicios idénticos, sino también en las definiciones de los conceptos básicos y todas las verdades se pueden dividir en dos clases: de razón y de hecho. Por esto, la base de la verdad de la proposición puede ser hallada por medio

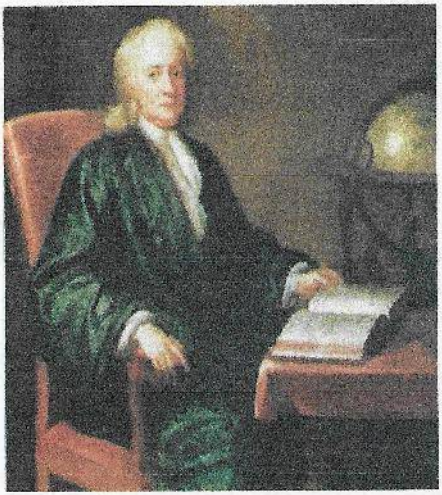
René Descartes (1596 – 1650) fue un filósofo, matemático y científico francés, considerado como el padre de la filosofía moderna. La influencia de Descartes en las matemáticas es también evidente. Se le atribuye como el padre de la geometría analítica, permitiendo que formas geométricas se expresaran a través de ecuaciones algebraicas. Descartes fue también una de las figuras clave en la revolución científica.
Respecto al método en la ciencia, Descartes fue considerado el filósofo de la *Duda metódica* , porque pensaba que, en el contexto de la investigación, había que rehusarse a asentir a todo aquello de lo que pudiera dudarse *racionalmente*



Galileo Galilei (1564 - 1642), fue un astrónomo, filósofo, matemático y físico italiano que estuvo relacionado estrechamente con la revolución científica. Eminente hombre del Renacimiento, mostró interés por casi todas las ciencias y artes. Sus logros incluyen la mejora del telescopio, gran variedad de observaciones astronómicas, la primera ley del movimiento y un apoyo determinante para el copernicanismo. Ha sido considerado como el «padre de la astronomía moderna», el «padre de la física moderna» y el «padre de la ciencia moderna».
Su trabajo dentro de la física experimental, es considerado como el establecimiento del moderno método científico.

del **análisis**, que se aplica simultáneamente al concepto y a la proposición. El análisis de los conceptos consiste en las definiciones, el análisis de las verdades, en la demostración.

Para conocer lo individual se requiere un conocimiento de la totalidad. Leibnitz argumenta que el grado de fundamentación de las hipótesis corresponde al grado de su probabilidad. La hipótesis es más probable: cuando es más sencilla, explica el mayor número de fenómenos en base al menor número posible de postulados y axiomas utilizados y en tanto permite prever los nuevos fenómenos o explicar los nuevos experimentos, excepto aquellos que no son conocidos.



Sir Isaac Newton (1643 – 1727) fue un físico, filósofo, inventor, alquimista y matemático inglés, autor de los *Philosophiae naturalis principia mathematica*, más conocidos como los *Principia*, donde describió la ley de gravitación universal y estableció las bases de la mecánica clásica mediante las leyes que llevan su nombre
Newton comparte con Leibniz el crédito por el desarrollo del cálculo integral y diferencial, que utilizó para formular sus leyes de la física.
Es, a menudo, calificado como el científico más grande de todos los tiempos, y su obra como la culminación de la revolución científica.

Francis Bacon (1561 - 1626) considera que el verdadero método del conocimiento científico es un **método que se apoya en el experimento y la observación**. La ascensión, a partir de los hechos sensibles hasta llegar a los conceptos, era para él la senda de la genuina ciencia.

La verdadera inducción, según Bacon, es aquella con la cual se pueden buscar las formas. La forma es algo estable en los fenómenos, una cierta determinación interna, la que condiciona la distinta "naturaleza" de las cosas. La investigación de las formas es la investigación de los vínculos esenciales y lógicos de la realidad.

Francis Bacon (22 de enero de 1561 – 9 de abril de 1626), conocido también por *barón de Verulam, vizconde de San Albano*, canciller de Inglaterra, célebre filósofo.
Los escritos de Bacon se engloban en tres categorías: filosófica, literaria y política. Sus mejores obras filosóficas son *El avance del conocimiento* (1605), y *Novum Organum o Indicaciones relativas a la interpretación de la naturaleza* (1620).
El método de Bacon consistió en inferir a partir del uso de la analogía, las características o propiedades del mayor grupo al que pertenece el dato en concreto, dejando para una posterior experiencia la corrección de los errores evidentes. Este método representó un avance fundamental en el método científico.

J.F.G. Herschell (1792 - 1871) entiende por inducción el proceso de clasificación consecutiva de los objetos individuales o hechos y cuyos resultados a su vez se convierten en material para una clasificación posterior. La metodología inductiva del conocimiento de las leyes de la naturaleza comprende una serie de reglas basadas en determinadas correlaciones entre la causa y la acción.

En el siglo XVIII surgen enormes fábricas y de la **forma de producción** devienen dos clases sociales antagonistas: la burguesía y el proletariado. Ambas en conflicto constante por tener una, el carácter de explotadora, y la otra, por ser explotada. Esta condición **repercute en la ciencia y culmina en una nueva concepción metodológica.**
John Stuart Mill (1806 - 1873) sostiene que la **inducción** es un proceso mental con la ayuda de la cual deducimos algo que nos es conocido como verídico en un caso particular y que será verídico en todos los casos semejantes al primero en ciertas determinadas relaciones de la clase.

A Mill pertenece la descripción clásica de los **métodos de la inducción científica**, elaborada de acuerdo con la tradición de Bacon: el método de semejanza o concordancia, el método de diferencia, el método combinado de semejanza y diferencia y el método de residuos.

La línea del inductivismo clásico de Bacon - Mill fue la predominante en la lógica del siglo XIX. Pero en la historia de la lógica hubo otro enfoque del problema de la investigación lógica de las relaciones entre los conocimientos empíricos individuales y las leyes de la ciencia.

Este enfoque coloca en primer plano la investigación metodológica del análisis del proceso de comprobación y fundamentación de la tesis general en su calidad de hipótesis. El método de la fundamentación de las generalizaciones teóricas, adoptadas como hipótesis, con ayuda de la deducción de consecuencias empíricas comprobadas, recibe la denominación de ***método hipotético - deductivo.***

John Stuart Mill (1806 — 1873) fue un filósofo, político y economista inglés representante de la escuela económica clásica y teórico del utilitarismo.
Mill cultivó casi todas las ramas de la filosofía, desde la lógica hasta la teoría política pasando por la ética. Mill era empirista y positivista. Consideraba que el conocimiento humano tenía su origen y su límite en la experiencia observable. Según Mill, la inducción es el principio lógico que permite derivar conocimientos universales a partir de la observación de fenómenos particulares. Ahora bien, una gran cantidad *no* equivale a la totalidad. De manera que el conocimiento científico es meramente probable,

W. Whewell (1794 - 1866) considera que su lógica inductiva es la **lógica del descubrimiento** y estima que su trabajo es la continuación directa de la obra de Bacon. El proceso de inducción es equiparado al proceso de movimiento del pensamiento que va del hecho a la ley, de lo empírico a la teoría general. En este sentido, para Whewell, toda la ciencia experimental es inductiva, quien sostiene que la doctrina de la hipótesis del razonamiento deductivo se manifiesta como una conclusión del proceso inductivo. Los hechos especiales que son la base de la conclusión inductiva resultan ser la consecuencia en la cadena de deducciones. Y de este modo, la deducción establece la inducción.

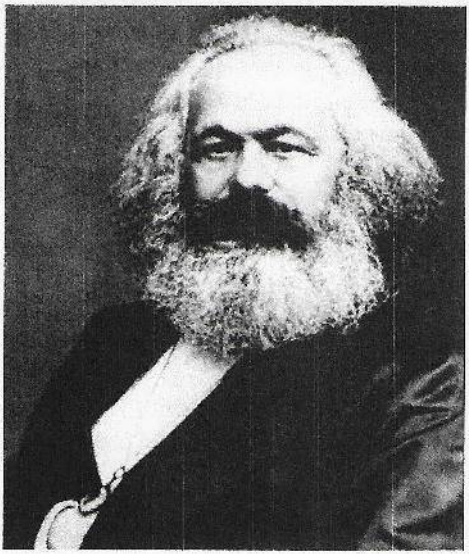
Según E. Kant (1770 - 1831), a priori sólo tenemos la forma, el procedimiento de organización del conocimiento, de su estructura. La formación del conocimiento presupone la unidad de forma y el contenido en sentido propio, esto es, únicamente posible a consecuencia de la aplicación de las formas apriorísticas del contenido del conocimiento, cuya obtención, en definitiva, presupone la experiencia directa, la interacción de sujeto y objeto. El conocimiento constituye la unidad orgánica de lo apriorístico y lo aposteriórico, la forma y el contenido.

Kant destaca la **primacía de la síntesis** respecto del análisis al estudiar el origen del conocimiento científico y sostiene la idea de que la interacción es la verdadera causa "definitiva" de todos los cambios que se realizan en la naturaleza. Afirma: "El conocimiento común, sólo gracias a la unidad sistemática se convierte en ciencia, o sea, de un conjunto de ideas se transforma en sistema".

Hegel trató de presentar el desarrollo del sistema categorial de la ciencia como un proceso natural de desarrollo, que se desenvuelve de acuerdo con sus propias leyes internas. El estímulo, el "resorte" y el motor de este desarrollo fueron, a juicio de Hegel, las contradicciones internas del concepto. La dialéctica del conocimiento, consistente en la revelación de las contradicciones del concepto, el descubrimiento de lo contradictorio contenido en ellas, y la superación de las contradicciones fue fundamentada y desarrollada por Hegel como la ***lógica interna del desarrollo del conocimiento***.

K. Marx (1818 - 1883), F. Engels (1820 - 1895), V. Lenin (1870 - 1924): la filosofía marxista - leninista liquida la oposición de principio de la gnoseología a la ontología, y de la doctrina del conocimiento a la doctrina de la existencia, característica de la filosofía premarxista, y considera la **actividad práctica y transformadora del hombre como base del conocimiento y criterio de su verdad.**

La filosofía marxista - leninista considera el método desde las posiciones de **la teoría del reflejo**, teniendo en cuenta que la dialéctica materialista puede actuar como método universal del conocimiento porque es el reflejo en el razonamiento teórico de las leyes más generales del desarrollo del mundo material.



Carlos Marx (1818 – 1883), fue un intelectual y militante comunista alemán de origen judío. En su obra, incursionó en los campos de la filosofía, historia, sociología y economía. Junto a Friedrich Engels, es el padre del socialismo científico. Sus escritos más conocidos son el *Manifiesto del Partido Comunista* (en coautoría con Engels) y el libro *El Capital*. En todas sus obras utilizó el ***método dialéctico*** para analizar las contradicciones en la historia de la humanidad y, específicamente, aquella entre el capital y el trabajo.

8.6. Un panorama desde la edad contemporánea

Hoy en día los científicos tienden a ser un poco más prudentes en sus pronunciamientos. Ya no se asume tácitamente, por ejemplo, que la teoría general de la relatividad de Einstein es una verdad absoluta, y que el principio de indeterminación tiene una aplicación universal.

Con la historia de la ciencia se demuestra lo ahorrativa que es la mente humana. Se pierde muy poco en el proceso de aprendizaje colectivo. La búsqueda de la piedra filosofal se basaba en una hipótesis equivocada y, sin embargo, los alquimistas hicieron importantes descubrimientos y sentaron las bases para el desarrollo de la química moderna. La teoría del big bang, con su búsqueda de un inexistente "inicio del tiempo", tiene credenciales científicas escasamente mejores y, sin embargo, a pesar de eso, no hay duda de los enormes avances que se han hecho y que se están haciendo.

El desarrollo de la ciencia se da a través de una serie infinita de aproximaciones sucesivas. Éstas, inevitablemente, son consideradas como verdades absolutas, válidas para siempre en "todos los mundos posibles". Pero bajo un examen más detallado, se descubre que no son absolutas sino relativas. Se descubren excepciones, que contradicen las reglas establecidas, y a su vez, necesitan explicación, y así hasta el infinito.

Entonces, no hay que desesperarse por no llegar a toda la verdad. Plantear la cuestión de esta manera es no comprender el carácter de la verdad y el conocimiento humano. Utilizando nuestro intelecto, penetramos cada vez más profundamente en los misterios de la materia, pasando más allá de la apariencia a la esencia; de lo particular a lo universal; de lo secundario a lo fundamental; de los hechos a la ley.

Thomas Kuhn considera la historia de la ciencia como **revoluciones teóricas periódicas**, interrumpiendo largos períodos de cambio meramente cuantitativo, principalmente dedicados a completar los detalles. La ciencia opera dentro de un conjunto determinado de teorías que él

denomina ***paradigmas***, que son afirmaciones no cuestionadas sobre cómo es el mundo. Inicialmente, el paradigma existente estimula el desarrollo de la ciencia, proveyendo un marco coherente para la investigación.

Se puede resumir de todo este bloque histórico, que la variación de métodos de la ciencia ha sido de cambios frecuentes y concordantes con el pensamiento de los científicos y filósofos que la propusieron.

El "método científico", en este análisis, abarca la suma de los principios teóricos, de las reglas de conducta y de las operaciones mentales y manuales que usaron en el pasado y hoy siguen usando los hombres de ciencia, para generar una ciencia moderna, donde destaca el saber experimental, el saber matemático, el saber interobjetivo y de esta manera el nuevo conocimiento científico sea objetivo.

8.6.1. Principales esquemas del método científico

En concordancia con la fase inicial, moderna y postmoderna, los principales esquemas acerca del método de la ciencia se pueden clasificar en las siguientes cuatro categorías:

*1) **Método inductivo-deductivo.*** La ciencia se inicia con **observaciones** individuales, a partir de las cuales se plantean generalizaciones cuyo contenido rebasa el de los hechos inicialmente observados. Las generalizaciones permiten hacer predicciones cuya confirmación las refuerza y cuyo fracaso las debilita y puede obligar a modificarlas o rechazarlas. El método inductivo-deductivo **acepta la existencia de una realidad externa y postula la capacidad del hombre para percibirla a través de sus sentidos y entenderla por medio de su inteligencia.** Pertenecen a este grupo Aristóteles y sus comentaristas medievales, Francis Bacon, Galileo, Newton, Locke, Herschel, Mill, los empiristas, los positivistas lógicos, los operacionistas y los científicos contemporáneos en general.

*2) **Método a priori-deductivo.*** Según este esquema, el conocimiento científico se adquiere por medio de la captura mental de una serie de principios generales, a partir de los cuales **se deducen sus instancias particulares**, que pueden o no ser demostradas objetivamente. Estos **principios generales pueden provenir de Dios o bien poseer una existencia ideal**, pero en ambos casos son invariables y eternos. Entre los pensadores de este grupo se encuentran Pitágoras, Platón, Arquímedes, Descartes, Leibniz, Berkeley, Kant (con reservas) y Eddington, los idealistas y la mayor parte de los racionalistas.

*3) **Método hipotético-deductivo.*** En este grupo caben todos los científicos y filósofos de la ciencia que han postulado la participación inicial de elementos teóricos o hipótesis en la investigación científica, que anteceden y determinan a las observaciones. De acuerdo con este grupo, la ciencia se inicia con conceptos no derivados de la experiencia del mundo externo, sino **postulados en forma de hipótesis** por el investigador, por medio de su intuición. Además de generar tales **conjeturas posibles sobre la realidad, el científico las pone a prueba, o sea que las confronta con la naturaleza por medio de observaciones y/o experimentos.** En este esquema del método científico la inducción no desempeña ningún papel y es evitada conscientemente por muchos de los miembros de este grupo. Aquí se

encuentran Hume, Whewell, Kant (con reservas), Popper, Medawar, Eccles y otros (no muchos) científicos y filósofos contemporáneos.

4) No hay tal método. Dentro del grupo de **pensadores que niegan la existencia de un método científico** podemos distinguir dos tendencias: por un lado, los que afirman que el estudio histórico nunca ha revelado un grupo de reglas teóricas o prácticas seguidas por la mayoría de los investigadores en sus trabajos; por el otro lado, se encuentran los que señalan que si bien en el pasado pudo existir un método científico, su ausencia actual se debe al crecimiento progresivo y a la variedad de las ciencias, lo que ha determinado que **hoy existan no uno sino muchos métodos científicos**. El mejor y más sobresaliente miembro de la primera tendencia es Feyerabend, mientras que en la segunda se encuentran varios de los biólogos teóricos, como Ayala, Dobshansky y Mayr, así como algunos de los racionalistas contemporáneos.

8.6.2. Tendencias filosóficas respecto al método científico

En los métodos científicos antes mencionados, se encuentran algunas tendencias filosóficas relevantes.

En relación con el *método inductivo-deductivo*, y conforme a los tres postulados del inductivisino, que son: *1*) la ciencia se inicia con la observación de los hechos; *2*) tal observación es confiable y con ella se puede construir el conocimiento científico, y *3*) éste se genera por inducción, a partir de los enunciados observacionales, se establece que:

1) La ciencia se inicia con la observación de los hechos. Para el inductivista es fundamental que la percepción de los fenómenos sea objetiva, es decir, que esté libre de sesgos o parcialidades introducidas por la personalidad, experiencia o intereses del observador. Diferentes investigadores, en las mismas circunstancias deben hacer las mismas observaciones. Se insiste en que la ciencia no se inicia con la observación de los hechos porque primero debe decidirse cuáles hechos vamos a observar, por qué los vamos a observar y cómo los vamos a observar.

2) La observación científica es confiable. Existen tres factores que restringen el otorgamiento de confianza ilimitada a la observación científica:

a) el nivel de desarrollo del campo específico al que se pretende incorporar el nuevo conocimiento, que si es muy primitivo garantiza una vida media muy breve a la información reciente, en razón de que otra información más precisa o diferente puede sustituirla.

b) La moda científica del momento, un factor muy complejo pero no por eso menos real, que determina si la observación reportada se incorpora o no al *corpus* aceptado oficialmente y es relevante.

c) La existencia del fraude científico. Se puede concluir que la observación científica es confiable dentro de ciertos límites. Pero dada la naturaleza del conocimiento ésta no es una propiedad absoluta, permanente y ni siquiera muy importante. Las observaciones no son perfectas y con mejores métodos seguramente se pueden hacer más precisas.

3) El problema de la inducción. En 1748 el filósofo escocés David Hume demuestra que la creencia de que con base en experiencias previas es posible utilizar el presente para predecir el futuro es lógicamente insostenible. Esta conclusión afectó en forma grave al pensamiento

científico, en vista de que tanto la causalidad como la inducción resultan ser operaciones sin fundamento lógico, y ambas son fundamentales para la ciencia.

¿Cuál es la posición actual del *método inductivo-deductivo? Los que no hacen ciencia*, así como la gran mayoría de los científicos, tienen la idea cómo se hace la ciencia y es la siguiente: existe un mundo exterior histórico y real, cuyo conocimiento es el objetivo de la investigación científica; los hombres de ciencia invierten su tiempo en la observación cuidadosa de ese mundo, anotando absolutamente todo lo que registran con sus sentidos. Así surgen los principios generales que explican los hechos registrados y que además nos permitirán predecir gran parte de la majestuosa totalidad de la naturaleza. En cambio, para la mayor parte de los filósofos y para unos cuantos hombres de ciencia (de muy alto nivel), la objeción de Hume es válida e impide aceptar a la inducción como parte del método científico.

Recientemente Harold Himsworth, profesor e investigador biomédico, se pregunta si las proposiciones con estructura lógica impecable son necesariamente válidas, aun cuando contradigan a la experiencia derivada directamente de la realidad.

Himsworth acepta que en su rechazo de la inducción, la lógica de Hume es irrefutable, pero se pregunta si la solución al problema no estará más bien en las premisas del planteamiento. Cuando Hume considera que el curso de la naturaleza puede cambiar, sólo está tomando en cuenta una de las dos alternativas posibles; la otra es que el curso de la naturaleza no cambie.

Respecto al *método a priori-deductivo*, hay dos vertientes distintas: la platónica o cartesiana y la kantiana. La primera postula que por medio de la razón es posible establecer los principios más generales que regulan la naturaleza y a partir de ellos deducir a la realidad; en cambio, la vertiente kantiana sostiene que la razón pura es incapaz de alcanzar conocimiento alguno sobre el mundo exterior y que se requiere de la experiencia de nuestros sentidos. Además, la vertiente kantiana afirma que la verdadera realidad nos está vedada, ya que lo único que percibimos de ella son las sensaciones que estimula en nuestros órganos de los sentidos, si tuviéramos otros órganos sensoriales, capaces de percibir propiedades distintas del mundo exterior, nuestra imagen de la realidad sería muy diferente, pero ella seguiría siendo la misma, y también seguiría siendo inalcanzable. A pesar de que las dos vertientes del *método* a priori- *deductivo* son tan distintas, ambas postulan que nuestro contacto con el mundo exterior no es directo sino que ocurre a través de estructuras previamente establecidas (o sea, a *priori), en el primer caso por la razón pura y en el segundo caso por la razón crítica.*

El ***método hipotético-deductivo*** postula que el investigador se asoma a la naturaleza con ideas acerca de lo que espera encontrar, portando un esquema preliminar de la realidad; en otras palabras, la ciencia se inicia con problemas, que son el resultado de las discrepancias entre las expectativas del científico y lo que se encuentra en la realidad. La ciencia empieza en el momento en que la estructura hipotéticamente anticipada de un segmento de la naturaleza no corresponde a ella. Una de las objeciones más graves al esquema de Popper es que no toma en cuenta que en la confrontación de las hipótesis con los hechos, los responsables de la discordancia no siempre son las teorías: también los hechos pueden estar equivocados. No hay nada en la lógica de la situación que exija que siempre deba ser la hipótesis la rechazada cuando hay discrepancia con la "realidad". El mismo Popper sugiere que sólo se usen los resultados observacionales que ya han sido repetidos y confirmados por otros investigadores

(los llama "enunciados básicos") y que se guarde reserva para los que todavía están en espera de esa confirmación. Las hipótesis no se pueden falsear en forma clara y concluyente porque las pruebas a las que se someten tampoco arrojan resultados absolutos y completamente confiables, sino más bien probables y perfectibles.

Otra objeción al *método hipotético-deductivo* es histórica. Si los científicos se hubieran atenido rigurosamente al falsacionismo, muchas de las teorías más sólidas de la ciencia nunca hubieran podido alcanzar su desarrollo actual; en efecto, habían sido rechazadas cuando se propusieron, pues fueron confrontadas con distintos "hechos" que las contradecían o falseaban.

Otro de los principios de este método es que no existen las observaciones puras, o sea aquellas que se hacen en ausencia de algún tipo de esquema o hipótesis preconcebido. Si esto ocurre, entonces las hipótesis deben surgir de manera independiente de las observaciones. Para llegar a esta conclusión Popper se pregunta, "¿qué es primero, la hipótesis o la observación y responde , "un tipo anterior o primitivo de hipótesis". Pero esto lo coloca de inmediato en algo que en lógica se conoce como regresión infinita, porque cada hipótesis irá precedida por otra anterior, y así sucesivamente. Los científicos activos saben muy bien que no todas las observaciones van precedidas de hipótesis, sino que a veces surgen hechos sorpresivos o fortuitos, o resultados totalmente inesperados, para los que entonces es necesario construir una hipótesis.

La postura *anarquista* en relación con el método científico incluye a los que niegan que tal método haya existido en otros tiempos o existe actualmente pero va más allá, al predicar que además está bien que así sea, pues de otra manera introduciría restricciones perniciosas en la práctica de la ciencia. Los argumentos de Feyerabend son de dos tipos, históricos y de exhortación moral. En relación con los primeros, Feyerabend usa ejemplos de descubrimientos realizados en física y astronomía en los que no parece reconocerse método alguno, sino todo lo contrario incluyendo maniobras como supresión de datos opuestos a las hipótesis favoritas trucos propagandísticos, apelación emocional, etc.; pero generalizar a partir de esos ejemplos, como él lo hace, a todas las ciencias de todos los tiempos, parece peligroso no sólo porque se trata de una inducción sino porque es utilizar un método científico para demoler la existencia del método científico. Feyerabend también señala que las dos reglas usadas por los filósofos de la ciencia, la "condición de consistencia" y el "principio de autonomía", pueden ser sustituidas por las reglas opuestas que, a pesar de ser igualmente plausibles, llevan a resultados contrarios. La condición de consistencia exige que "las nuevas hipótesis estén de acuerdo con las teorías aceptadas", mientras que el principio de autonomía postula que "los hechos pertenecientes al contenido empírico de alguna teoría son accesibles al margen de que se consideren o no otras teorías alternativas".

Finalmente se describen las articulaciones y desarticulaciones del método de la ciencia en relación con las vertientes de la postmodernidad.

En relación a la principal articulación del método de la ciencia del Siglo XVI y XVII y las nuevas propuestas de la postmodernidad se puede decir que está representada por el uso del razonamiento deductivo, inductivo, retroductivo y la analogía que estarán presentes en la

creación de nuevo conocimiento y además la operación más importante de la mente es la generalización.

Por otro lado las grandes revoluciones científicas se han producido principalmente por el hallazgo o explicación de sucesos naturales, la formulación de teorías y el desarrollo de nuevas tecnologías que siempre serán modificadas ya que **El avance de la Ciencia** a lo largo de la historia está marcado por la **percepción**, la **intuición** y la **lógica** que son las tres armas utilizadas por el hombre para aumentar su dominio sobre la naturaleza.

La modernidad con un pensamiento fuerte tiene naturaleza absolutista y violenta, que abarca el iluminismo con un modelo de hombre, el científico newtoniano, el idealismo con un modelo humanista el artista filosófico, el marxismo con un modelo humano revolucionario y donde hay un pensamiento fuerte o metafísico, que habla en nombre de la verdad, de la unidad, de la totalidad, para legitimar absolutamente el conocer y el actuar.

8.7. La etapa Post moderna

Las principales desarticulaciones del método de la ciencia en la etapa postmoderna son las nuevas propuestas filosóficas o ideas contemporáneas que tienen en:
Lakatos, con una propuesta de programas de investigación o el manejo de un conjunto de teorías.

A Karl Popper con su esquema hipotético- deductivo

A Kuhn que propugna un relativismo histórico y la introducción de paradigmas y donde se pone a prueba la habilidad del hombre de ciencia.

A Feyeraband con su postulados anárquicos donde el método está ausente y defiende el libre acceso de las personas a la opciones múltiples para alcanzar el conocimiento.

Así pues, la postmodernidad que abarca desde los años ochenta hasta la actualidad es una cultura de la fragmentación de la razón fuerte y totalizante, hay desconfianza en los macrosaberes y fija la inexistencia de los fundamentos últimos y unitarios del saber y el actuar, hay visión pesimista rechazando lo nuevo. Hay desconfianza en el campo político y el pensamiento es sin fines y ya no se concibe al hombre como patrón de la naturaleza y del medio ambiente, se privilegia el paradigma de la multiplicidad, pluralidad (sociedades pluriculturales y pluriraciales), diferencia, regionalización.

Los postmodernos valorizan las tecnologías de la información y de multimedia, se concibe el hombre telemático. También se acentúa el aspecto crítico y propositivo, se favorece las políticas centradas en el ecologismo, en el multiculturalismo, en la defensa de las minorías y el respeto hacia cada forma de diversidad.

El **período postmoderno está caracterizado por un pensamiento débil o postmetafísico con caracteres de tolerancia y de no violencia,** que refuta la razón- dominio de la tradición, que pretende dar una fundación única, última, normativa. Se enfrenta una sociedad compleja, se impone la diversidad y el pluralismo. Se difunden tecnologías multimedia y la historia ya no es unitaria.

En este contexto de modernidad y postmodernidad y en referencia a la interrogante planteada al inicio de este comentario, se puede responder que la contribución de la ciencia y la tecnología siempre será relevante cual sea el método científico que se emplee ya que el diseño de la sonda espacial como la -Venus Express‖ que llegó al planeta Venus en abril de este año y los robots espaciales como el -Spirit‖ y —Opportunity‖ enviados a Marte en el 2005 son el fruto de usar toda la tecnología a su alcance con propósitos beneficiosos para la humanidad y cada vez se tiene mejores logros.

Conocemos la ciencia de la antigua Grecia y la ciencia moderna que parte del Renacimiento en contraste con la ciencia de la actualidad. Los varios pensamientos desarrollados por la ciencia griega demuestran sus profundos efectos en la ciencia actual. La ciencia Griega desempeñó un gran papel en todos los acontecimientos de nuestra historia de la humanidad. Luego, la historia recibe al Renacimiento después del Oscurantismo de la Edad Media. Una nueva ciencia creada en el Renacimiento, es decir, la ciencia moderna, poseyó nuevos rasgos, diferentes a los de la ciencia griega, donde se decía que "el conocimiento es el poder de la humanidad", e hizo una gran contribución al adelanto de la humanidad.

Es decir siempre ha habido descubrimientos valiosos para el bienestar de todos, lo que no se debe hacer es utilizar la ciencia y sus métodos para fabricar armas atómicas, bacteriológicas y químicas en contra de nuestros semejantes. Hay que evitar catástrofes como las de Hiroshima y Nagasaki debido al mal uso del poder de los átomos en una fisión nuclear.

Consecuentemente, la ciencia actual o postmodernista ha exhibido su nueva manera de ver a la naturaleza, diferente de la ciencia moderna del siglo XVIII, y ha desarrollado una nueva metodología propia. Sin embargo, si hablamos de la historia del pensamiento, de la ciencia actual, o más exactamente, del pensamiento y del método de la ciencia actual, veremos que no provienen de nuestro siglo sino del pensamiento y del método establecidos por Marx, a comienzos del siglo XIX.

Cuando los científicos pierden su perspectiva del todo, la ciencia no sólo trae crisis a la humanidad sino que también los conocimientos no cumplen un propósito constructivo. Por ello, la ciencia actual tiene que tomar un nuevo camino, éste es el de avanzar haciendo propia la nueva metodología y filosofía de la bondad.

CAPÍTULO N° 9

La explicación científica

9.1. Introducción

Si nos preguntáramos: Qué es lo que hace posible la Ciencia? Sin duda alguna responderíamos, que es la aprehensión o captación de regularidades o estructuras, las que al convertirse en leyes permite que el mundo en que vivimos se nos aparezca de un modo inteligible, racional o comprensible. Así como el filósofo busca la verdad en la esencia de las cosas mismas, el científico busca leyes que interpreten la naturaleza, incluido el hombre y su quehacer de una manera racional y objetiva. Pero, si nos preguntamos. ¿En qué consiste esta interpretación? La respuesta podría darse desde diversos puntos de vista; siendo una de ellas, la que dice: *"Interpretar la naturaleza, así como la conducta humana o colectiva es explicar o responder al porqué de los fenómenos que ocurren a nuestro alrededor apelando a leyes o dentro de las leyes.* Esta interpretación se basa en el siguiente argumento: Si en nuestro mundo nos limitásemos a observar los hechos sueltos sin conexión alguna, la ciencia no sería posible; pues al no inferirse ninguna ley, no podría darse una -Explicación Racional‖ de los mismos , ni mucho menos, predecir hechos futuros. En toda observación, se busca encontrar regularidades, algún patrón que dé razón de los fenómenos observados; razones que luego se traducen en -causas‖. Es en éste sentido que decimos: *Todo fenómeno debe explicarse a través de sus causas (Explicación causal),* y son estas causas las que permiten interpretarlo y predecirlo. Por lo tanto, buscar las causas de los hechos o fenómenos, es en última instancia, lo que se busca en toda investigación científica como un sustento de su explicación.

Pero resulta, que si bien este modelo de explicación causal se ajusta perfectamente a las Ciencias Naturales y en parte a las Ciencias Sociales, no es el único modelo de explicación existente. Así por ejemplo, en Biología, se utiliza mucho la *"Explicación Teleológica o por fines (finalismo)* y por otro lado, muchos filósofos de la ciencia opinan que para los fenómenos humanos no es aplicable el modelo de explicación racional deductivo basado en causas, sino más bien, se debe aplicar el modelo de *"Interpretación y comprensión de los fenómenos dentro de un contexto"* como es el caso de las Ciencias Históricas. Así pues, la Explicación Científica es un problema complejo, de carácter lógico y epistemológico, y las posturas o doctrinas que tratan el tema son diversas; más aún, si se toma en cuenta el tipo de ciencias al cual se aplique.

Si hacemos un análisis de todos los modelos explicativos en la ciencia, el que más ha trascendido en los últimos tiempos , se lo debemos al filósofo Austriaco-Norteamericano: Carl Hempel que junto a Oppenheim, (1948) expusieron por primera vez el denominado *"Modelo Nomológico Deductivo de explicación"*. Se basa en la lógica deductiva y toma como referencia la metodología empleada en las ciencias naturales, especialmente la Física. Posteriormente, el mismo Hempel pretendió extenderlo a las demás ciencias, y hacer de éste, un único modelo explicativo, incluyendo las ciencias humanas. Es el modelo lógico de

explicación por causas, que postula que toda explicación de un fenómeno se hace a través de una inferencia lógica, basada en una ley o teoría que lo sustente.

La ciencia no busca una explicación filosófica que responda a preguntas de por qué son las cosas así, no busca explicar las esencias de las cosas en sí, sino busca una explicación fenoménica del mundo; de los fenómenos tal y como ocurren. Toda explicación Científica es una respuesta a un ¿por qué? dentro de este contexto y por lo tanto, la causa de un hecho debe buscarse en la ley o teoría que lo sustente. En otros términos: Como uno de sus objetivos, la ciencia busca regularidades o leyes y construye hipótesis o teorías, para tener los instrumentos que nos permitan explicar o entender el mundo, como un fenómeno de la realidad existente. Desde esta óptica, causalidad y explicación están íntimamente relacionados, como un todo integrado, que le da fundamento a la investigación científica.

9.2. Esquema de explicación según el modelo nomológico-deductivo.

Según C. Hempel, el principal motivo de la investigación y contrastación de hipótesis, leyes y teorías es la solución de problemas de porqués, es decir; la explicación de hechos, sus esquemas o estructuras. No nos contentamos con hallar hechos, sino que deseamos saber por qué ocurren de esa manera, y tampoco nos contentamos con establecer conjunciones constantes explicativas de hechos, sino que intentamos descubrir el mecanismo que explica esas correlaciones. En una explicación podemos distinguir tres elementos: el explanandum, como aquello que requiere de una explicación; el explanans, como aquello que proporciona la explicación del explanandum; y la relación explicativa, como aquella relación que, al darse entre el explanans y el explanandum, nos permite considerar que el primero explica al segundo. El **-explanandum",** puede ser un hecho, una ley, una regla, un precepto o incluso una teoría entera.

Se dice que una explicación es racional cuando proporciona una argumentación a una cuestión de un porqué formulada de manera lógica. La explicación racional de un hecho supone la subsuncion del explanandum bajo una o más generalizaciones por medio de información relativa a las circunstancias que acompañan al hecho que se quiere explicar. Por ejemplo: ¿ Porqué quemó la corriente aquel cable? Una explicación podría ser, que la corriente quemo el cable porque estaba mal. El explanandum o generador del problema es aquí. —La corriente quemó el cable‖ pero la proposición —Aquel cable estaba mal, dada como razón, no implica por sí misma el explanandum, y, por lo tanto, no puede constituir el explanans entero. En otras palabras: La información: —Aquel cable estaba mal‖ no es motivo suficiente para dar razón que —La corriente quemó el cable‖. Una explicación satisfactoria exigiría otra premisa más, como por ejemplo: —La corriente quema todos los cables que están mal diseñados. Por lo tanto una explicación racional a la pregunta ¿Por qué la corriente quemo el cable? sería:

La corriente quema todos los cables mal diseñados
(generalización)

Aquel cable estaba mal diseñado
(circunstancia)

Por lo tanto: La corriente quemó aquel cable (hecho explicado)

En este esquema se observa que las dos primeras premisas constituyen el explanans y la conclusión viene a ser el explanandum, que es una consecuencia lógica de ambas.

La relación lógica entre el explanans completo o fundamento y el explanandum es:

{generalización(es), circunstancia(s)} ⟶ Explanandum

Una acumulación de datos, por numerosos y precisos que sean, no tiene potencia explicativa: Sólo generalizaciones y fórmulas legaliformes lógicamente fuertes pueden suministrar explicaciones si se las pone en relación con los datos. Así mismo, una explicación no se refiere directamente a hechos, porque la explicación es una operación conceptual y los hechos no quedan afectados porque se piense en ellos. Explicar un hecho no es otra cosa que explicar una proposición que describe un hecho.

9.3. Pueden haber diversas explicaciones para un mismo hecho?

La respuesta se dará luego de tomar en consideración los siguientes aspectos:

1. *Un mismo hecho puede describirse de varias maneras* y, por lo tanto, todo un conjunto de proposiciones puede referirse a un sólo hecho, y cada una de ellas puede merecer una explicación. Esto lo podemos corroborar diciendo que siempre en la Ciencia nos encontramos que muchos fenómenos naturales se explican con teorías distintas. Así por ejemplo en la Cosmología, tenemos las diversas teorías del origen del Universo. En la Palentología , tenemos diversas teorías que explican la extinsión de los dinosaurios, etc ; todas respetables teorías que tratan de explicar científicamente un mismo hecho ocurrido, pero de maneras distintas.
2. *Aunque hubiera una correspondencia biunívoca entre los hechos y las proposiciones factuales, la explicación sería multiple*, porque cualquier fórmula dada se reduce de infinitos conjuntos de premisas.
3. *Diferentes aspecto, o diferentes niveles de explicación, corresponden a diferentes niveles de análisis.*

Este caso lo podemos ilustrar en las Ciencias Biológicas donde los hechos se pueden explicar por simple descripción o taxonomía, o con leyes o teorías de más alto nivel. Por ejemplo: Ya existe una clasificación muy bien estructurada de todas las especies animales hecha por Carlos Linneo; que si bien es cierto, son sólo aspectos descriptivos que no dan explicación a la diversidad de especies, fue un avance valioso para la ciencia de su tiempo. Una explicación taxonómica respondería a preguntas de la forma: ¿Por qué el león se come a los venados? la respuesta podría ser: porque pertenece a la especie de los carnívoros. Aquí se está explicando un hecho en razón de una generalización y una circunstancia específica que cumple la regla lógica de la explicación; pero sería una explicación de muy bajo nivel, pues se fundamenta en la pura observación. Pero si quisiéramos responder a la pregunta: ¿Por qué los leones comen carne? , tendríamos que entrar a otro nivel de explicación que habría que buscarla en las leyes de la fisiología animal.(nivel más alto de explicación)

4. *Las explicaciones pueden variar con el cuerpo de conocimiento en el que tienen lugar.*

Este caso lo podemos ilustrar con un ejemplo extraído de la Física: Cómo se respondería la pregunta ¿Por qué los cuerpos se calientan o enfrían? Las respuestas podrían ser distintas según la época o avance de la ciencia. En épocas pasadas los científicos suponían que el calor era un fluido (teoría del calórico) y todos los hechos relacionados con fenómenos calóricos se explicaban en base a esta teoría. En ese momento la explicación sería, que un cuerpo se calienta cuando tiene más calórico y se enfría en caso contrario; explicación científicamente correcta bajo el sustento de esa teoría; pero, actualmente esa teoría ha sido descartada y ahora los fenómenos térmicos se explican con la nueva teoría cinético molecular de la materia, donde se postula que del calor es una forma de energía y la respuesta a la pregunta anterior tendría otra forma muy distinta. Los hechos y fenómenos observados no han variado en absoluto, lo que ha cambiado es la forma de explicar. Una explicación de un fenómeno térmico explicado en la actualidad con la teoría del calórico ya no sería científicamente aceptable; como también podría ser que la moderna explicación deje de ser científicamente aceptable si la teoría en la que se sustenta cambia o se corrige. De lo anterior podemos resumir lo siguiente: ***"En materias factuales no hay explicación única y definitiva"***

9.4. Cuáles son los rasgos característicos de toda explicación científica?

Dentro del modelo nomológico deductivo, además de los ya mencionados, debemos agregar los siguientes rasgos característicos de toda explicación:

1. Consiste en responder a cuestiones de Por-qué (aspecto pragmático)
2. Se refiere a fórmulas, las que a su vez se refieren a hechos y estructuras. (aspecto semántico)
3. Consiste en una argumentación lógica con proposiciones generales y particulares. (aspecto sintáctico)
4. Explicar un hecho, consiste es insertarlo en un esquema expresado por un sistema de entidades interrelacionada por leyes o teorías. (aspecto ontológico)
5. La explicación procede a la inversa de la deducción. Lo dado al principio de la explicación es el explanandum, mientras que lo que hay que hallar son los miembros del explanans.(aspecto Epistemológico)

Cabe resaltar que este último rasgo de la explicación, da razón de su poder genético; es decir, de su capacidad de producir hipótesis y sistemas de hipótesis. Al preguntar por qué ocurren los hechos tal como lo hacen, nos vemos movidos a conjeturar sus leyes; al preguntarnos por qué las leyes de nivel bajo son tal cual son, nos vemos movidos a construir leyes de nivel superior que impliquen las primeras; y así sin más limites que nuestro conocimiento actual. Por esta razón la exigencia de dejar de explicar y concentrarse en la descripción o concentrarse en lo ya explicado equivale a matar a la ciencia. Si no hay preguntas de por-qué no hay tampoco explicación. La explicación es esencial a la ciencia.

9.5. Cuáles son los tipos de explicación que tiene la ciencia?

Las explicaciones son respuestas a ¿Por qué?, pregunta muy ambigua que en diferentes tipos de contextos pueden haber diferentes respuestas.

Según Ernest Nagel éstas se pueden agrupar en cuatro tipos:

El modelo deductivo.- Se encuentra por lo común en las ciencias formales y naturales. Tiene la estructura formal del razonamiento deductivo, en el cual el expanandum es una

consecuencia lógicamente necesaria de las premisas explicativas. Por lo tanto, en las explicaciones de este tipo, las premisas expresan una condición suficiente (aunque no siempre necesaria) de la verdad del explanandum. Por ejemplo, ¿Por qué flota el hielo en el agua? En este caso el explanandum es una ley y se le explica presentándolo como la consecuencia lógica de otras leyes: La ley de Arquímedes de la flotación y otras leyes según las cuales los cuerpos sujetos a fuerzas están en equilibrio (Las premisas explicativas son enunciados de leyes universales)

Explicaciones Probabilísticas.- Se presentan habitualmente, cuando las premisas explicativas contienen una suposición estadística de algunas clases de elementos, mientras que el explanandum es un enunciado singular acerca de un determinado individuo de esta clase . Por ejemplo: En las ciencias históricas ,si se pregunta ¿Por qué Casio tramó la muerte de Cesar? La explicación sería la siguiente: En la antigua Roma, la frecuencia relativa(o probabilidad) de que los individuos pertenecientes a las clases superiores y poseídos de odio a la tiranía, tramaran la muerte de hombres que estaban en situación de convertirse en tiranos, era elevada.

Explicaciones funcionales o teleológicas.- Se presentan en muchos contextos de investigación, como son el caso de las Ciencias Biologícas y Ciencias Humanas.
Estas explicaciones emplean locuciones típicas tales como: —Con el fin de.....‖ -Con el propósito de.....‖ hacen referencia a un suceso o estado futuro. Ejemplo: ¿Por qué los seres humanos tienen pulmones?.....La explicación alude al carácter instrumental de los pulmones al transportar el oxigeno del aire a la sangre y por su intermedio a las diversas células del organismo y se alude también a lo indispensable que es el oxigeno para la combustión de las sustancias alimenticias que nutren el cuerpo.

Explicaciones genéticas.- La tarea de la explicación genética es determinar la secuencia de sucesos principales a través de los cuales un sistema originario se ha transformado en otro posterior; es el caso de las investigaciones Históricas, donde se trata con frecuencia de explicar por qué un objeto de estudio determinado tiene ciertas características, describiendo de qué manera el objeto es determinado a partir de otro anterior. Las premisas explicativas de tales explicaciones , contendrán necesariamente un gran número de enunciados singulares acerca de acontecimientos pasados en el sistema de investigación.

9.6. Cuándo una explicación no es científica?

Toda explicación racional de un hecho es una secuencia hipotética deductiva que contiene generalización(es) e información. Si las generalizaciones e información son científicas y la argumentación es correcta (lógicamente válida), hablamos de explicación científica. Las explicaciones se pueden hacer en base a leyes (explicación nomológica), en base a teorías (explicación teorética). Si las generalizaciones y los datos son tecnológicos, llamamos a la explicación tecnológica. Toda otra explicación, aunque sea racional se llamara No-científica.

Analicemos algunas clases de explicaciones no científicas:

1. **La nominacion.**- Es una pseudoexplicación. La nominación tiene un papel importante en las discusiones ideológicas, en la pseudociencia e incluso en la protociencia. Se pueden citar algunos casos destacados de pseudoexplicacion: ¿Por qué difieren los cuerpos vivos de los cuerpos inertes? Porque poseen una fuerza vital (Vitalismo). ¿Por qué luchan tan a

menudo los hombres? Porque tienen un instinto de agresión (Psicoanalisis) ¿Por qué algunas personas tienen premoniciones sobre hechos que van a suceder? Porque tienen facultades paranormales etc. La peculiaridad de la nominación es su circularidad: **-La explicación de lo desconocido por lo desconocido".**

2. **La explicación ordinaria**.- Es la argumentación que utiliza conocimiento común en vez de conocimiento científico. Puede ser de tipo racional; pero la diferencia con la explicación científica estriba en el hecho de que mientras la explicación ordinaria es extrasistemática, la explicación científica es sistemática; o sea, tiene lugar en el seno de algún sistema conceptual; además es contrastable y perfectible, cosa que no puede ser la explicación ordinaria. Otro rasgo más de la explicación ordinaria que la distingue de la explicación científica es que puede proceder sin criticar previamente lo que se puede explicar. La explicación científica, en cambio, es respuesta a un problema bien formulado, o sea, a un problema bien concebido y bien expresado.
   En conclusión una explicación racional puede ser ordinaria o científica pero hay que saberlas distinguir en razón de lo expuesto.

3. **El diagnóstico**.- Es una explicación racional pero no científica, que se utiliza para interpretar hechos en base a una generalización. Mucho se utiliza en medicina. Si bien es útil en la vida diaria, es frecuentemente ambiguo, porque las relaciones entre las causas y los síntomas son frecuentemente univocas y no biunívocas. Por ejemplo diagnosticar sobre un dolor de cabeza en un paciente, sería de suma ambigüedad; pues existen muchísimas causas que producen ese síntoma y sólo la observación y exámenes cuidadosos pueden explicar la causa de ese hecho particular.

4. **La explicación acientífica**. Es otro tipo de explicación racional, pero no científica, pues se caracteriza por contener premisas manifiestamente falsas o resueltamente incontrastables, o hasta sinsentido como es el caso de las pseudociencias. Pero cabe señalar que estas explicaciones también las podemos encontrar en algunos textos científicos, cuando se da una mala interpretación o aplicación a una determinada ley o teoría científica.

9.7. Cuáles son las funciones y alcances de la explicación?

¿Por qué tienen que dar los científicos explicaciones? ¿No podrían bastar las descripciones y predicciones ?. La respuesta a estas preguntas cae dentro del campo de la filosofía. Muchas escuelas filosóficas afirman que la ciencia no debe proponerse a dar respuesta a cuestiones de por-que, sino sólo a preguntas de cómo, o sea, solamente deben describir los fenómenos actuales o posibles. En este contexto se niega a la ciencia la función de explicar. Es la doctrina del Descriptivísmo.

Existen tres tipos de descriptivísmo: 1.- El Descriptivismo Radical 2.- El Cajanegrismo 3.- El Antipictorialismo
El descriptivismo Radical, sostiene que la investigación científica consiste, o debe consistir, exclusivamente en observaciones e inventarios de informes observacionales.

El Cajanegrismo permite leyes y teorías mientras sean fenomenológicas. (no representacionales) Rechaza la explicación interpretativa. Sostienen que la ciencia no pude representar la realidad pero sí puede sistematizar y prever la experiencia. El Antipictioralismo

no se opone a que se introduzcan construcciones- por lejos que estén de la experiencia sensible- siempre que no se utilicen para construir modelos representables. Las explicaciones aceptables para esta tendencia suponen modelos teoréticos que no sean icónicos sino simbólicos.

Existen variedades dentro de las corrientes del descriptivismo que, en algunos casos al tomarlas dogmáticamente, pueden ser peligrosas para la misma labor científica.

9.8. ¿Es la descripción el único fin o alcance de la Ciencia?

Respecto al descriptivísmo Radical podemos objetar de la siguiente forma: En primer lugar, es imposible dar una descripción completa y simple de todo hecho por la enorme complejidad de los fenómenos experenciales que ocurren en un mismo lapso. Por otro lado, toda descripción inteligente y precisa requiere teorías, y la teorización nunca está completa. En segundo lugar, aunque sea posible una descripción completa de cualquier conjunto dado de fenómenos, esa descripción sería inútil para la ciencia. Los únicos hechos relevantes para la ciencia se seleccionan con la ayuda de hipótesis y teorías. En la ciencia no nos interesa más información en cada caso que la relevante, junto con su elaboración teorética. Información relevante quiere decir información para un determinado punto de vista y objetivos. Todo lo demás es un mero estorbo que hay que descartar. En tercer lugar, la descripción detallada de lo que ocurre siempre es insuficiente para conseguir el conocimiento científico propiamente dicho. Consideramos que el descriptivismo radical a pesar de ser falso es dañino. Lo mismo se puede objetar respecto de las otras corrientes decriptivistas a pesar de ser más moderadas.

En conclusión el descriptivismo tiene dos peligrosos efectos: 1.-Ciega al investigador, impidiéndole ver cualquier hecho nuevo que aparezca debajo de la superficie de las cosas 2.- Promueve la superficialidad e impide la transformación de la protociencia en ciencia.

9.9. ¿Es necesaria la descripción en la ciencia?

La ineptitud del descriptivismo, no implica que la ciencia pueda prescindir de la descripción. Se necesita en la ciencia dos clases de descripción: Descripción no-teorética y descripción teorética. La primera está formulada en lenguaje ordinario. Una descripción teorética presupone, por el contrario, la aceptación de algún conjunto de teorías. En las ramas cuantitativas de la ciencia la descripción teorética se realiza con la ayuda de leyes de nivel bajo. Mientras que la descripción no teorética afecta siempre a algún hecho singular que se supone real, la descripción teorética se refiere a un modelo concientemente idealizado de una clase de hechos. En este sentido una descripción teorética precisa, es una clase de explicación. Esto no anula la diferencia entre descripción y explicación.

9.10. ¿Tiene límites la explicación científica?

En la actualidad la opinión dominante es que: Todo es explicable en alguna medida, si no ha sido aún explicado. Todo lo que puede explicar la ciencia en un momento dado se explica con ayuda de las teorías y leyes disponibles en ese momento. Los defectos de explicación se deben al conocimiento insuficiente de leyes y circunstancias o a dificultades prácticas en la aplicación de teorías o a sistemas de suma complejidad. La verdad es que nunca se consigue una explicación perfecta, completa y precisa; por esto no hay explicaciones definitivas y toda explicación puede mejorarse constantemente.

Los que sostienen que la explicación científica es intrínsicamente limitada arguyen que ello tiene que ser así forzosamente porque la ciencia no busca más que relaciones y no se pregunta por la naturaleza de sus objetos. Los trascendentalistas añaden que todo objeto tiene una esencia inmutable por debajo de sus propiedades y relaciones , y que las esencias son aprehensibles por medios no científicos . Los fenomenalistas se niegan a hablar de esencias simplemente porque éstas no son fenómenos y que la ciencia no puede llegar a las cosas mismas, las cuales son meras construcciones metafísicas. Estas dos posiciones las podemos objetar afirmando lo siguiente: La ciencia no estudia las propiedades y relaciones en sí mismas , separadas de las cosas y los hechos: Lo que se nos da es una visión externa de cosas y hechos externos, y sólo mediante el análisis y la invención podemos separar sus varios aspectos (variables) y aislar las relaciones invariantes entre ellos (leyes). Cualesquiera que sean las relaciones que se establezcan entre propiedades (variables) en la ciencia factual, esas propiedades se refieren siempre a algún sistema concreto.

En la ciencia las esencias no se conciben como las almas de las cosas, sino como ciertas propiedades y leyes, a saber, como las propiedades y leyes que, en una teoría dada, son fundamentales a un determinado nivel. La ciencia no utiliza pues, la explicación metafísica a base de esencias; pero a veces da con propiedades y leyes que pueden considerarse esenciales a un nivel dado mientras no se muestre lo contrario.

Pese a las prohibiciones dictadas por los filósofos del descriptivismo, los científicos nunca han dejado de preguntarse porqués, ni de darles respuestas. Pero a diferencia de los filósofos los científicos no suelen pretender que sus explicaciones sean definitivas. Reconocen que toda explicación tiene que ser forzosamente defectuosa porque se construye con teorías imperfectas, con hipótesis simplificadoras y con información más o menos inexacta. El principal motivo de esa búsqueda de explicación corregida y perfeccionada es que toda nueva explicación amplía el horizonte de lo conocido. La explicación es la que consuma la unión de la razón con la experiencia, puesto que la explicación es una argumentación lógica que requiere datos empíricos y generalizaciones empíricamente contrastadas o por lo menos contrastables. Además toda nueva explicación aumenta la sistematicidad de nuestro conocimiento, porque transforma el dato aislado o la generalización suelta en una pieza de un todo conceptual. Por lo tanto, restringir la investigación científica a un mero descriptivismo sin explicación alguna es negar la propia ciencia.

9.11. ¿Cuál es el valor de las Leyes en la explicación?

Según Rudolf Carnap: No puede darse ninguna explicación o nada que merezca el título honorífico de explicación sin referencia al menos a una ley. ¿Por qué entonces es necesario referirse a una ley para dar una explicación adecuada de un hecho? Porque las explicaciones por hechos son explicaciones por leyes disimuladas. Si los hechos no pueden ser conectados con otros hechos mediante una ley, por lo menos enunciada explícitamente o entendida tácitamente, no suministra explicaciones.

En algunos casos, al dar una explicación, las únicas leyes que se aplican son estadísticas, no universales. En tales casos debemos contentarnos con una explicación estadística, Aunque una ley estadística sólo suministre una explicación sumamente débil, con todo, es una explicación. En ausencia de leyes universales conocidas, las explicaciones estadísticas son a menudo el único tipo disponible de explicación.

9.12. ¿Las leyes de las ciencias formales proporcionan explicación?

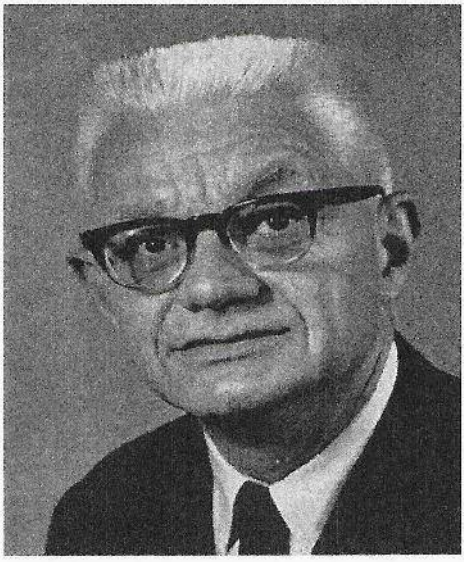
El mismo autor expresa lo siguiente: Es cierto que las leyes de la lógica y de la matemática pura (no de la geometría física que es otra cosa) son universales, pero ella no nos dice nada acerca del mundo externo. Estas leyes, por su naturaleza misma, no pueden ser utilizadas como base de la explicación científica, porque no nos dice nada que permita diferenciar el mundo real de cualquier otro mundo posible. Cuando preguntamos por la explicación de un hecho, de una observación en el mundo real, debemos utilizar leyes empíricas. Éstas no poseen las certezas de las leyes lógicas y matemáticas pero nos dicen algo acerca de la estructura del mundo.

9.13. Doctrinas filosóficas sobre la explicación

9.13.1. Modelo tradicional de explicación: modelo nomológico-deductivo (Dn) de Carl Hempel

Uno de los epistemólogos que más ha contribuido al desarrollo del debate sobre la naturaleza y caracterización de las explicaciones científicas, es sin duda, Carl Hempel. Su famoso modelo conocido como esquema de explicación: -Nomológico-deductivo‖ (nomos=ley), ha sido uno de los modelos que más influencia ha tenido en las distintas disciplinas científicas.

Para Hempel, uno de los objetivos fundamentales de toda empresa científica es la de: -explicar los fenómenos del mundo físico (...) no para descubrir ningún hecho concreto, sino para alcanzar una comprensión explicativa‖ (Hempel, 1996: 76). Además, toda explicación que pretenda ser considerada científica debe proporcionar siempre una sólida comprensión del mundo que mantenga una relación lógica con nuestra experiencia y que, al mismo tiempo, sea susceptible de contrastación empírica.



Carl Gustav Hempel

(Oranienburg, 1905-Princeton Township, Nueva Jersey, 1997) fue un filósofo empirista lógico y epistemólogo. Fue el **fundador del Modelo Nomológico Deductivo**, convirtiéndose en una figura clave en la epistemología del siglo XX, en la cual desarrolló diversos conceptos esclarecedores sobre la naturaleza de la explicación científica en ciencias. Destacado representante del círculo de Viena, emigró a EE UU (1937), donde ejerció como profesor en diversas universidades. Es **autor de *La explicación científica*** (1965) y *Mente y cosmos* (1966). Su última obra fue *Fundamentos de la formación de conceptos en ciencia empírica* (1988)

La lógica de la explicación científica

Este trabajo fue publicado previamente en *Philosophy of Science*, vol 15, págs. 135.175
(Copyright © 1948 por The Williams and Wilkins Co., Baltimore 2, Md., E.U.A.).

(extracto)

Uno de los objetivos primordiales de toda ciencia empírica es explicar los fenómenos del mundo de nuestra experiencia y responder no sólo a los "¿qué?", sino también a los "¿por qué?" Si bien por un lado hay coincidencia general sobre este punto, por el otro existen considerables diferencias de opinión acerca de la función y las características esenciales de la explicación científica.....

1. Algunos ejemplos

Si sumergimos rápidamente un termómetro en agua caliente se produce una caída transitoria de la columna mercurial, seguida de una repentina elevación. ¿Cómo explicar este fenómeno? El aumento de temperatura, al principio afecta sólo al vidrio del termómetro que se dilata y proporciona un espacio mayor al mercurio, cuyo nivel baja en consecuencia. Pero tan pronto como el aumento de temperatura alcanza al mercurio, éste se dilata y como su coeficiente de dilatación es considerablemente mayor que el del vidrio, determina una elevación del nivel mercurial.

Esta explicación consta de dos tipos de enunciados. Los del primer tipo indican ciertas condiciones que se manifiestan antes del fenómeno que se ha de explicar; nos referiremos brevemente a ellas como condiciones antecedentes. En nuestro ejemplo, estas condiciones abarcan, entre otros, el hecho de que el termómetro sea un tubo de vidrio que contiene en su interior mercurio, y que se lo sumerge en agua caliente. *Los enunciados del segundo tipo expresan ciertas leyes generales; en este caso están incluidas las leyes de la dilatación termal del mercurio y del vidrio, y un enunciado sobre la escasa conductividad termal del vidrio. Ambos conjuntos de enunciados, cuando se los formula de manera completa y adecuada, explican el fenómeno que se estudia: infieren la consecuencia de que el mercurio descenderá primero para elevarse después. Por consiguiente el hecho analizado se explica por las leyes generales, es decir, demostrando que se produjo de acuerdo con esas leyes y en virtud de la realización de ciertas condiciones antecedentes específicas.*

Consideremos otros ejemplos. Desde un bote, la pala del remo sumergida se ve quebrada hacia arriba. El fenómeno se explica mediante leyes generales, en especial por la ley de refracción y la de que el agua es un medio ópticamente más denso que el aire haciendo referencia a ciertas condiciones antecedentes, o sea que parte del remo está en el agua, parte en el aire y que el remo es prácticamente un trozo de madera recto. Así, la pregunta "¿Por qué sucede el fenómeno?" deberá interpretarse como "De acuerdo con qué leyes generales y condiciones antecedentes se produce el fenómeno?"

Hasta ahora hemos considerado sólo la explicación de hechos particulares que ocurren

en cierto tiempo y en cierto lugar, determinados. Pero la pregunta "¿Por qué?" puede formularse también con respecto a leyes generales. Así, en nuestro último ejemplo, podría preguntarse "¿Por qué la propagación de la luz se acomoda a la ley de refracción?" La física clásica responde en función de la teoría ondulatoria de la luz, es decir, afirmando que la propagación de la luz es un fenómeno de onda de cierto tipo general, y que todo fenómeno ondulatorio de ese tipo satisface la ley de refracción. De este modo, la explicación de una regularidad general consiste en subsumirla dentro de otra regularidad más inclusiva, o sea una ley más general.....

2. Pauta básica de la explicación científica

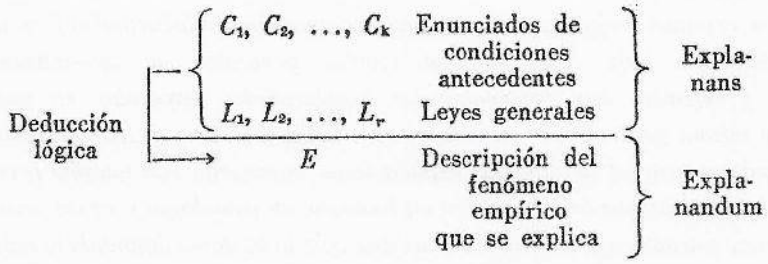
De los ejemplos anteriores podemos ahora extraer algunas características generales de la explicación científica. Dividimos la explicación en dos componentes principales: explanandum y expla- nan [2] Por explanandum entendemos la oración que describe el fenómeno a explicar (y no el fenómeno mismo) ; el término explanans se refiere a la clase de aquellas oraciones que se aducen para dilucidar el fenómeno. Como señalamos antes, el explanans se encuentra en dos subclases; una contiene ciertas oraciones C1 C2, ... CK, que formulan condiciones antecedentes específicas; otra es un conjunto de oraciones L1, L2, ... Lr que representan leyes generales.
Para que una explicación sea sólida, sus componentes deben satisfacer ciertas condiciones de adecuación, que pueden dividirse en condiciones lógicas y empíricas.

2.1. Condiciones lógicas de la adecuación

(R1) El explanandum debe ser una consecuencia lógica del explanans.
(R2) El explanans debe contener leyes generales exigidas realmente para la derivación del explanandum.
(R3) El explanans debe tener contenido empírico; es decir, que por lo menos en principio sea posible comprobarse mediante el experimento o la observación.

2.2. Condición empírica de la adecuación

(R4) Las oraciones que constituyen el explanans han de ser verdaderas.
Algunas de las características de la explicación que hasta ahora hemos indicado pueden resumirse en el siguiente esquema:



Se ha de señalar aquí que el mismo análisis formal, incluidas las cuatro condiciones necesarias, se aplica tanto a la predicción científica como a la explicación. La diferencia entre ambas es de carácter pragmático. Dado E, es decir, si sabemos que ha ocurrido el fenómeno descripto por E, y si se proporciona luego. un conjunto adecuado de enunciados C1, C2, ..., Ck;, L1, L2, ..., Lr, hablamos de una explicación del fenómeno que estudiamos. Si se proporcionan los últimos enunciados mencionados y se infiere E antes de que suceda el fenómeno que describe, hablamos de predicción.....

El tipo de explicación que hemos considerado hasta aquí comúnmente se denomina explicación causal[6] *Si E describe un hecho concreto, puede decirse entonces que las circunstancias antecedentes señaladas en las oraciones C1, C2, ... Ck "causan" en conjunto aquél hecho, en el sentido de que existen ciertas regularidades empíricas expresadas por las leyes L1 L2 ... Lr, las cuales implican que toda vez que ocurran condiciones del tipo indicado por C1, C2, ... Ck, tendrá lugar un hecho del tipo descripto en E.*

Los enunciados tales como L1, L.2, ... Lr, que expresan conexiones generales y ordinarias entre características específicas de hechos, se denominan habitualmente leyes causales o deterministas. Estas leyes deberán distinguirse de las llamadas leyes estadísticas, las cuales expresan que, a la larga, un porcentaje explícitamente establecido de todos los casos que satisfagan un grupo dado de condiciones estará acompañado por un hecho de cierto tipo especificado. Ciertos casos de explicación científica implican la "subsunción" de un explanandum bajo un conjunto de leyes, de las cuales por lo menos algunas son del tipo estadístico. El análisis de la estructura lógica peculiar de esa clase de subsunción entraña problemas especiales y difíciles. El Presente capítulo se limitará al examen del tipo deductivo de explicación, que todavía mantiene su significación en grandes sectores de la ciencia contemporánea, y aun en ciertas zonas donde una explicación más precisa exige referirse a leyes estadísticas.[7]

3. La explicación en las ciencias no físicas. Enfoques teleológicos y motivacionales

Nuestra caracterización de la explicación científica se ha basado hasta ahora en el estudio de casos tomados de las ciencias físicas. Pero los principios generales así obtenidos se aplican igualmente fuera de este campo.

Así, en psicología se explican varios tipos de conducta en animales de laboratorio y en seres humanos subsumiéndolos bajo leyes o aun teorías generales de aprendizaje o condicionamiento; y mientras con frecuencia las regularidades invocadas no pueden establecerse con la misma generalidad y precisión que en física o en química, al menos es evidente que el carácter general de aquellas explicaciones concuerda con nuestra primera caracterización.(...) Mientras que la explicación en biología, en psicología y en las ciencias sociales tiene la misma estructura que en las ciencias físicas, está bastante difundida la opinión de que, en muchos casos, el tipo causal de explicación es esencial mente

inadecuado en otros campos que no sean la física y la química, y especialmente en el estudio de la conducta intencional. Examinemos con brevedad algunas de las razones que se han aducido en apoyo de este concepto.

Una de las más familiares entre ellas es la idea de que los hechos que implican actividades humanas, realizadas de manera individual o en grupo, tienen una singularidad peculiar y sin repetición que los hace inaccesibles a la explicación causal porque ésta, al confiar en uniformidades, presupone la repetibilidad de los fenómenos en consideración.

Este argumento que incidentalmente también se utilizó para sostener la afirmación de que el método experimental es inaplicable en psicología y en las ciencias sociales, implica una falta de comprensión del carácter lógico de la explicación causal.....

Un segundo argumento que debemos mencionar aquí afirma que es imposible establecer generalizaciones científicas - y por ende principios explicativos - acerca de la conducta humana porque las reacciones de un individuo en una situación dada, depende no sólo de esa situación, sino también de los antecedentes personales del individuo. Pero sin duda no hay razón a priori por la cual no puedan lograrse generalizaciones que tomen en cuenta esta dependencia conductal, del pasado del sujeto.....

Un tercer argumento insiste en que la explicación de todo fenómeno que implique una conducta intencional exige hacer referencia a motivaciones y, en consecuencia, a un análisis teleológico antes que causal..... Es cuestionable que muchas de las explicaciones; generalmente incompletas, que se ofrecen para las acciones humanas, implican referencia a propósitos y motivos; pero, ¿acaso esto las hace fundamentalmente distintas de las explicaciones causales de la física y la química?.

Una diferencia que se sugiere por sí sola reside en la circunstancia de que en la conducta motivada, el futuro parece afectar el presente de una manera que no se encuentra en las explicaciones causales de las ciencias físicas. Pero es evidente que cuando la acción de una persona está motivada, digamos, por el deseo de alcanzar cierto objetivo no es el hecho futuro, aún inadvertido, de obtener esa meta lo que determina su conducta presente, puesto que en realidad la meta bien pudiera no alcanzarse nunca.....Por consiguiente, los motivos y las creencias determinantes deben clasificarse entre las condiciones antecedentes de una explicación motivacional, y aquí no existe diferencia formal alguna entre la explicación causal y motivacional.

Tampoco constituye una diferencia esencial entre ambas clases de explicación, el hecho de que los motivos sean inaccesibles a la observación directa de un observador exterior, porque los factores determinantes que se aducen en las explicaciones físicas, con mucha frecuencia resultan inaccesibles a la observación directa. Este es el caso, por ejemplo, cuando se señalan cargas eléctricas opuestas para explicar la atracción mutua de dos bolas de metal. La presencia de esas cargas, aun- que escapa a la observación directa, se la puede investigar

mediante diversas pruebas indirectas, y eso es suficiente para garantizar el carácter empírico del enunciado explicativo. De manera similar,es posible indagar la presencia de ciertas motivaciones solamente por métodos indirectos, lo cual puede incluir referencias a la expresión lingüística del sujeto estudiado, a los deslices de la lengua o de la pluma, etc.; pero hasta tanto estos métodos sean "determinados funcionalmente" con razonable claridad y precisión, no habrá diferencia esencial, en este aspecto, entre la explicación motivacional y la explicación causal, en física.

Algunas veces, la explicación de un acto en función de los motivos del agente se considera como una clase especial de explicación teleológica. Como ya se señaló antes, la explicación motivacional, si se formula adecuadamente, conforma las condiciones de la explicación causal, de modo que el término "teleológica" es inadecuado si se quiere significar ya un carácter no causal de la explicción, ya una determinación peculiar del presente por el futuro. No obstante, si se tiene presente esta condición, el término "teleológico" puede considerarse en ese contexto como referido a explicaciones causales en las cuales algunas de las condiciones antecedentes son motivos del agente cuyos actos habrá que explicar.

Las explicaciones teleológicas de esta clase deben diferenciarse de otro tipo de más vasto alcance, que ha sido considerado por ciertas escuelas filosóficas, indispensable especialmente en biología. Consiste en explicar las características de un organismo remitiéndolas a ciertos fines o propósitos, a cuyas características dicen servir. En contraposición a los casos que examinamos antes, no se presume aquí que el organismo persiga los fines, sea consciente o subconscientemente. Así, para explicar el fenómeno del mimetismo, se dice que éste sirve al propósito de proteger al animal con él dotado de ser descubierto por sus perseguidores, y que así tiende a conservar la especie. Antes de que pueda apreciarse la fuerza potencial explicativa de las hipótesis teleológicas de este tipo, debe aclararse su significado. Si de algún modo intentan expresar la idea de que los propósitos a que se refieren son inherentes al plan del universo, entonces es obvio que no pueden comprobarse empírica mente y por lo tanto violan el requisito (R3) de la sección 2. Sin embargo, en ciertos casos, las afirmaciones acerca de los propósitos de las características biológicas pueden trasladarse a enunciados de terminología teleológica que afirmen que esos rasgos funcionan de manera específica, imprescindible, para conservar vivo al organismo o para. preservar la especie. El intento de afirmar con exactitud el significado de la aseveración anterior o la similar de que si no fuera por esas características, dejando invariables las demás circunstancias,el organismo o la especie no sobrevivirían se enfrenta con dificultades considerables. Pero no necesitamos discutirlas aquí. Porque aunque supusiéramos que los enunciados biológicos de forma teleológica pudieran traducirse adecuadamente en enunciados descriptivos sobre la función conservadora de vida de ciertas características biológicas, es obvio que 1) en estos contextos no es esencial el empleo del concepto de intención, puesto que el término puede eliminarse de esos enunciados por completo, y 2) los supuestos teleológicos, aunque dotados ahora de contenido empírico, no pueden servir como principios explicativos en los contextos comunes. Por ejemplo, el hecho de que determinada especie de mariposa posea un tipo particular de colorido no puede inferirse y, por ende, explicarse a partir de esa enunciación de que ese tipo de color tiene el

efecto de proteger las mariposas de las aves que las persiguen ni tampoco puede inferirse la presencia de glóbulos rojos en la sangre humana del enunciado de que tengan la función específica de asimilar oxígeno, que es esencial para la conservación de la vida.

Una de las razones de la perseveración de las consideraciones teleológicas en biología, reside probablemente en lo fructífero del enfoque teleológico como recurso heurístico; indagaciones biológicas que estaban motivadas psicológicamente por una orientación teleológica, por un interés en los objetivos naturales han conducido con frecuencia a importantes resultados que pueden formularse con terminología no teleológica, y que acrecientan nuestro conocimiento científico de las conexiones causales entre los fenómenos biológicos.

9.14. La explicación en las ciencias sociales (Explicación vs. Comprensión)

La disputa acerca de si debe haber una metodología científica unitaria aplicable tanto en las ciencias naturales como en las ciencias sociales, pese a las diferencias entre sus objetos de investigación, ha llegado a ser un problema central en la filosofía de la ciencia desde el s. XIX, época en la cual la aproximación científica a estudios humanísticos comenzó a tener un gran auge. *Las ciencias naturales habrían fijado un paradigma de explicación causal*, mecanicista, al que, según ellos, deberían acogerse también las demás ciencias. Muchos epistemologos han sostenido que, dadas las diferencias muy fundamentales que hay entre los objetos de investigación de las ciencias naturales y los de las ciencias humanas y dado que estas últimas persiguen propósitos distintos a los de las primeras, no puede haber tal monismo metodológico. Tales diferencias entre los propósitos de ambos tipos de ciencias se han formulado frecuentemente con ayuda de *una distinción muy general entre explicación y comprensión.*

Construcción de las ciencias sociales como ciencias explicativas

A continuación presentaremos a destacados representantes de algunas ciencias sociales que han pretendido construir las ciencias humanas aplicando métodos propios de las ciencias naturales y, por ende, las explicaciones pertenecen al modelo de explicación causal.

Comte: La búsqueda de leyes invariantes

Augusto Comte (1798 - 1857) es considerado el primer representante del positivismo,
Y fue el primero que propuso construir las ciencias sociales de acuerdo con el modelo de las ciencias naturales.

Las obras de Comte: Curso de filosofía positiva y Discurso sobre el espíritu positivo contienen lo esencial de su filosofía de las ciencias. En ellas, afirma que el verdadero conocimiento es el proporcionado por las ciencias, todas las cuales deben utilizar un mismo método, que es el método de las ciencias exactas físico-matemáticas. *La ciencia así guiada permite dar explicaciones de los fenómenos estudiados al indicar la causa de ellos.* A pesar de la importancia central dada a los hechos, formula una serie de leyes invariantes basadas en meras conceptualizaciones, apoyada en una teoría de la naturaleza humana, entre ellas la muy conocida ley de los tres estadios, según la cual el desarrollo de la mente, el conocimiento y la historia del mundo pasaba por el estadio teológico, el estadio metafísico y el estadio positivo.

Es en este último estadio donde los investigadores buscan las leyes invariantes en todas las ramas de las ciencias, obtenidas mediante la teorización abstracta. Sin embargo, progresivamente, las leyes abstractas irán desapareciendo para ser reemplazadas por leyes más concretas.

Marx: La explicación dialéctica

En Carlos Marx (1818 - 1882) la explicación está comprendida dentro del método. De manera resumida, ese método se encuentra en el Prólogo de la contribución a la crítica de la economía política, en diversas consideraciones metodológicas que hace en El capital, Miseria de la filosofía y en La ideología alemana.

Para comenzar, digamos que en todo momento Marx hace una distinción neta entre la realidad concreta y el pensamiento que se proyecta sobre esa realidad. Su filosofía materialista reconoce la primacía de lo real sobre la mente, sobre el pensamiento. Desde ese punto de partida afirma que lo concreto no es producto del pensamiento, sino que el objeto referido a la realidad que aparece en la mente es producto del pensamiento, que es la única manera de apropiarse de la realidad concreta.

Según Marx, toda la realidad social está sometida al movimiento dialéctico que significa un proceso permanente de contradicciones (por ejemplo, contradicción entre las fuerzas de producción y las relaciones de producción, entre la burguesía y el proletariado). Ese proceso es, considerando las circunstancias históricas concretas, lo que debería formar el objeto general de estudio de la investigación social, pero en términos específicos, como lo intenta en El capital, *el objetivo consiste en descubrir la ley que preside el movimiento de la sociedad moderna. En el proceso dialéctico de acciones y contradicciones, los fenómenos sociales están relacionados entre sí en una causalidad dialéctica, según la cual uno de ellos puede ser la causa de otro, pero, a su vez, éste puede actuar sobre su causa. Es decir, en la sociedad, y en términos históricos, se da una causalidad recíproca.*

Con referencia a otro de los temas mencionados, hay que decir que para Marx no es posible separar los valores del investigador de los hechos o fenómenos sociales que estudia.

Durkheim: La explicación por causas

El sociólogo francés Emile Durkheim (1858 - 1917) es el principal representante del paradigma positivista en las ciencias sociales. Es un empirista y realista decidido para quien la sociología debe estudiar los hechos sociales, con profundidad tal y como son.
¿Qué son, para Durkheim, los hechos sociales? En sus propias palabras: . .. consisten en maneras de actuar, de pensar y de sentir que están dotadas de un poder de coerción en virtud del cual se imponen a él .... (E. Durkheim. Les Régles de la Méthode Sociologique París: Presses Universitarires de France, 1956, p. 5).

Durkheim distingue netamente entre hechos materiales y hechos inmateriales. Son estos últimos, con sus características de coerción, los que constituyen el objeto de estudio de la sociología. En palabras actuales, tales hechos corresponden a valores y normas internalizadas cuya coerción consiste en que su no cumplimiento lleva algún grado de menor o mayor sanción social.

Con relación a la explicación, el sociólogo francés dice que los hechos sociales deben explicarse por otros hechos sociales. La explicación, como lo dice en la misma obra metodológica ya mencionada, comprende tanto la causa que lo produce como la función que cumple.

Las reglas metodológicas de Durkheim se conocen como el modelo histórico *del modelo causal multivariado* que tuvo un amplio desarrollo en la metodología cuantitativa con el uso de modernas técnicas estadísticas aplicadas a la investigación por parte de Lazarsfeld, Hyman, Boudon y varios otros investigadores.

Karl Popper: El racionalismo crítico

El pensamiento epistemológico de Karl Popper está expuesto, de manera principal, en su obra La lógica de la investigación científica, publicada en alemán en 1934. Otros libros importantes del autor son Conjeturas y refutaciones, de 1962, y El conocimiento objetivo, de 1972.

En el campo de las ciencias sociales, Popper se propuso como finalidad principal, refutar el historicismo, como método para predecir el desarrollo de la sociedad y propone volver al método científico deductivo, con las características especiales que ya fueron señaladas, más la tarea de proponer soluciones a problemas concretos (como la pobreza, el analfabetismo, el de la opresión política, etc.). Sugiere, en esa línea, una metodología que permita el desarrollo de una ciencia social tecnológica como lo dice en la siguiente cita:

En oposición a la metodología historicista, podríamos concebir una metodología cuyo fin fuera una ciencia social tecnológica. *Una metodología de esta clase conduciría a un estudio de las leyes generales de la vida social cuyo fin sería el de descubrir todos aquellos hechos que debería tomar en cuenta el que quisiera reformar las instituciones sociales.* (Miseria del historicismo. Madrid: Alianza Taurus, pp. 60).

Esa ingeniería social la desempeñaría el ingeniero social fragmentario, cuya principal función sería la de proyectar instituciones sociales y reconstituir y manejar las ya existentes. Toda la acción de tal ingeniero debería estar basada en el método del ensayo mediante la proposición de una hipótesis. y del error, sometida a la prueba de la contrastación empírica, es decir, en el método científico que es el único para estudiar fenómenos naturales o sociales, sin perjuicio de reconocer diferencias en su aplicación. Pero, en el fondo, tal método permite ofrecer explicaciones deductivas de la estructura y cambio de la sociedad.

Lazarsfeld: La explicación estadística

La explicación estadística es una de las formas de explicación que con más frecuencia se utiliza en las ciencias sociales. En forma simplificada se suele decir que cuando una variable (fenómeno) está asociada a otra variable (otro fenómeno), la primera explica a la primera si antecede a la primera y existe una asociación más o menos fuerte entre ellas. Por ejemplo, si se da una correlación (r) de 0,76 entre niveles de escolaridad y salario, se diría que la educación es la causa de los mayores o menores salarios entre las personas o, dicho en otros términos, a mayor educación mayor salario.

Otras formas más avanzadas de explicación estadística se dan con el análisis de senderos que es un modelo de causalidad dentro del análisis social multivariado.
Respecto de las explicaciones estadísticas basadas en porcentajes que afirman que una proporción X de los datos tienen conjuntamente las propiedades A y B, en su mayoría son sólo descripciones de la situación que se da entre dos variables. Por ejemplo, que el 25% de las personas de baja escolaridad manifieste interés en la política, mientras que en las personas de mayor escolaridad sea del 58%, es sólo una descripción que podría tener mayor o menor valor explicativo según la mayor constancia que tenga el valor encontrado en grupos estudiados en diversas oportunidades. Pero *en todos los casos, no se trata de explicaciones, en sentido estricto (ni causal ni deductivo), sino de la existencia de una relación entre dos variables, que, sin duda, tiene valor informativo.*

Explicaciones post factum

Es frecuente encontrar en la investigación sociológica explicaciones de algunos resultados mediante el uso de hipótesis formuladas después de terminada la investigación y con propósito de dar cuenta teórica de tales resultados: son las llamadas por Merton, en su obra ya citada, Explicaciones sociológicas post factum.

Para comprender esta forma de explicación podemos dar el siguiente ejemplo: en una investigación se encuentra que las personas desocupadas leen menos que las personas que tienen una ocupación porque en las primeras la ansiedad que les produce su situación de desocupadas les impide concentrarse y hallar satisfacción con la lectura.
En general, estas hipótesis, para tener un valor explicativo, deberían someter a contrastación empírica, pero como se formulan a posteriori sólo podría concedérseles el carácter de hipótesis plausible, es decir, que pueden o no pueden ser verdaderas.

9.14. La comprensión e interpretación como modelo de explicación en las ciencias sociales

En el ítem anterior se plantearon diversas propuestas de construcción de las ciencias sociales para hacer de ellas ciencias explicativas. Si bien existe variación entre esas propuestas, en el fondo coinciden en que la explicación debe hacerse por la identificación de causas, asociada con un cierto fenómeno o con su deducción a partir de las proposiciones de una teoría. Como podremos ver en este apartado, *en el otro extremo de la construcción de las ciencias sociales se propone hacer de ellas ciencias comprensivas o interpretativas.* Pero, a diferencia de la propuesta explicativa, en este lado del dilema no se llega a una aceptación unánime de los conceptos de comprensión o de interpretación. Como se puede constatar al comparar tales conceptos en dos de los principales representantes de esta alternativa que se presentan a continuación.

Dilthey: Las ciencias del espíritu

Tal vez la primera reacción contra la propuesta de construir las ciencias sociales como ciencias explicativas, tomando como modelo para su estructuración y metodología a las ciencias naturales, fue la del filósofo hegeliano Wilhem Dilthey (1833 - 1911). Para él,
las que denomina ciencias del espíritu, como la historia y otras disciplinas que se ocupan de la cultura, deben tener un fundamento epistemológico diferente al que se le da a las ciencias naturales, pues mientras las primeras tratan con significados culturales, las segundas se

refieren y estudian hechos externos. *Frente a la explicación positivista de las ciencias naturales, las ciencias del espíritu deben buscar la comprensión (Verstehen) de las expresiones culturales*. Esta comprensión es posible porque el objeto de estudio no es algo externo al hombre sino que forma parte de su experiencia ya que las realidades espirituales o culturales han sido creadas por el hombre mismo en el curso de la historia. En el campo formado por tales realidades, el hombre se encuentra en un mundo que es propio de su esencia y puede, entonces, lograr su comprensión.

Rickert: Ciencia cultural y ciencia natural

Desde uno de los puntos de vista de la epistemología, la preocupación principal del filósofo aleman Heinrich Rickert (1863 - 1936) está dirigida a encontrar la diferencia básica entre las ciencias naturales y las que él denomina ciencias de la cultura. Esa diferencia la encuentra en los distintos métodos que utiliza cada uno de esos tipos de ciencia. Para Rickert, las ciencias naturales emplean el método generalizador, constituido por conjuntos de procedimientos que buscan conocimientos generales de los objetos hacia los cuales se dirige su investigación. En sus palabras: Conocer la naturaleza significará... formar con elementos universales conceptos universales, y, cuando sea posible, pronunciar absolutamente universales (juicios) sobre la realidad, esto es, descubrir conceptos de leyes naturales cuya esencia lógica incluya el no contener nada de lo que se encuentre solamente en tal o cual proceso singular e individual. (Op. cit. pp 77 de la edición de Espasa Calpe Argentina de 1943).

En resumen: *las ciencias naturales son, para Rickert, disciplinas que buscan la formulación de generalizaciones sobre los objetos que se estudian, es decir, buscan formular leyes. Con la denominación de Windelband, tales disciplinas son ciencias nomotéticas.*

Ahora podemos preguntarnos cuál es el método propio de las ciencias culturales. La respuesta de Rickert es la siguiente: es el método individualizador o idiográfico. *Las ciencias culturales o históricas, en sentido amplio, no buscan generalizaciones, no pretenden formular leyes: su tarea consiste en la búsqueda de singularidades, de los aspectos.*

CAPÍTULO Nº 10

Causalidad y Explicación

10.1 ¿Qué es la Causalidad?

Existe una gran diversidad de doctrinas y corrientes de opinión sobre el significado de causalidad y el principio que lo sustenta. Estas discrepancias obedecen, en su mayor parte, a que la causalidad es en sí misma una categoría filosófica que se puede entender desde diferentes puntos de vista.

Para la ciencia, la causalidad tiene que aceptarse o interpretarse de una manera unificada. Pero sea cual fuere el criterio adoptado, lo más importante y sustantivo debe ser: Que la ciencia se torne más fecunda y productiva. Para entender esto, haremos un breve bosquejo sobre algunos conceptos y objeciones filosóficas respecto a la causalidad.

Según Gregorio Fingerman todas las interpretaciones respecto a la causalidad se pueden agrupar en dos clases: **La causalidad física y La causalidad ontológica.**
La causalidad física o lógica es el hecho o fenómeno que produce otro hecho o fenómeno. En este sentido -causa- es el agente que da por resultado otro fenómeno llamado -efecto-. Ésta es la interpretación de causa en las ciencias naturales (aspira a dar razón de los cambios y transformaciones). En cambio, la causalidad ontológica es de carácter metafísico, pues aspira a dar razón de las cosas mismas. Se refiere al origen del ser y no a las condiciones de su producción y de su existir.

Según estas dos formas de interpretar la causalidad, el autor dice que la noción de causa no es un hecho de la experiencia, no observamos la causa misma. Lo único que nos muestra la experiencia son hechos o fenómenos singulares en una sucesión de temporalidad o en una simultaneidad; es nuestro pensamiento el que forma el concepto de causa, elaborando los contenidos de la experiencia, guiados por el principio de razón suficiente. El principio de causalidad nada nos puede decir de, porque se producen los fenómenos en general y por qué hay procesos y acontecimientos en el universo. Este principio sólo nos dice que donde hay fenómenos sólo ocurren fenómenos.

J. Hessen afirma, que lo mismo que la sustancialidad, tampoco la causalidad es un dato de la experiencia. Es imposible pecibir esa íntima conexión, ese lazo causal y hace referencia a David Hume, quien fue el primero que reconoció y expuso esto claramente. —Si afirmamos la existencia de un lazo causal, es porque obedecemos a una exigencia de nuestro pensamiento. Nuestro pensamiento nos impulsa a buscar un fundamento objetivo para el nuevo proceso que observamos, a concebirle íntimamente condicionado por el proceso que le precede. De este modo llega nuestro pensamiento a formar el concepto de causalidad; elaborando los contenidos de la experiencia. No tomamos de la experiencia la categoría de causalidad sino que la creamos para satisfacer las exigencias de nuestros pensamientos. Pero la creamos para aplicarla a la experiencial.

El mismo autor indica que el Principio de Causalidad se encuentra en conexión estrecha con el concepto de causalidad y se enuncia así **"Todo cambio, todo proceso tiene una causa"**. Esto suscita dos cuestionamientos de carácter lógico y epistemológico a este principio: ¿Es evidente de un modo inmediato o es mediato y por lo tanto necesita comprobación? ¿Debe considerarse como un supuesto que es necesario hacer si se quiere llegar a un conocimiento científico de la Realidad?

Los filósofos que lo consideran como un principio inmediato o evidente lo formulan así: **"Todo efecto tiene una causa"** lo que implica que es posible pensar el concepto de efecto sin pensar a la vez el de causa. Al respecto podemos citar que Geyser en su obra: -filosofía general del ser y la naturalezal (1915.p95), aduce que la formulación anterior es estéril en su aplicación científica. Cuando sabemos que algo es un efecto, nuestro conocimiento de este algo no aumenta en nada si se nos dice que tiene una causa. Lo importante para la investigación de los hechos de la naturaleza es la inferencia de que este y este otro elemento son respectivamente un efecto y una causa. La ciencia tiene que buscar un principio de un contenido distinto del que todo efecto tiene una causa. Geyser, después de arduos análisis, llega a la conclusión que no es posible demostrar el principio de causalidad por vía deductiva conceptual y termina afirmando: "La posibilidad de comprender el universo depende lógicamente de la categoría de causalidadl pero también con esto queda concebido, que no puede demostrarse la posibilidad de comprender el universo.

La tercera posibilidad de concebir la causalidad consiste en **concebir el principio de causalidad como un supuesto necesario en todo conocimiento científico de la realidad.** Sólo porque hacemos este supuesto llegamos a obtener un conocimiento científico de los cambios. Este principio contribuye a hacer posible la experiencia; es una condición de la experiencia posible. La afirmación de que todo lo existente haya de ser comprensible para nosotros no es una proposición lógicamente necesaria; es sólo un supuesto y, por ende: **El principio de causalidad tiene un valor epistemológico de un supuesto.**

Desde nuestro punto de vista pensamos que esto último es lo más conveniente para el desarrollo de la ciencia, pues, ninguna disciplina que se considere auténticamente científica busca conocer la esencia de la naturaleza o del hombre; lo que se busca es conocer los fenómenos que gobiernan el mundo natural y social; esto implica buscar las causas que producen tales fenómenos para poder explicar y predecir la realidad que se está estudiando o que se desea conocer, sin tener en cuenta cuál es la naturaleza del mencionado principio; pues buscar su naturaleza sería buscar la causa de la causa y seguiríamos en una cadena infinita que, además de nunca acabar, resultaría estéril para el objetivo de la ciencia.

10.2. ¿Qué interpretaciones de causa existen?

En el sentido ontológico, la teoría de las causas fue fundada por Aristóteles, que las expuso en su obra de Metafísica o Filosofía Primera. Allí se enumeran cinco clases o interpretaciones de causas: 1.- La cusa eficiente 2.- La causa material 3.- La causa formal 4.- La causa ejemplar 5.- La causa final. Describiremos brevemente en qué consisten cada una de ellas. (5)

La causa eficiente: Podemos definir la causa eficiente, de la manera siguiente. -Sentada una determinada cosa, debe tener como consecuencia forzosa alguna otra cosal. Cuando

preguntamos por qué una cosa es como es, vale decir, qué es lo que influye para que la cosa exista, indagamos la causa eficiente de esa cosa. Así por ejemplo, cuando preguntamos por qué hace calor en verano, la causa eficiente es la proximidad de esta región de la tierra al sol. Si preguntamos por qué hace frío en invierno, la causa eficiente de este fenómeno es ahora su alejamiento del sol.

La causa material: Esta causa explica de qué se compone una cosa y puede definirse diciendo que es aquello de que está hecha una cosa. Por ejemplo, si arrojamos al fuego un trozo de madera y otro de hierro y nos preguntamos por qué el primero se quema y el otro no se quema, la respuesta será que la madera es combustible y el hierro no lo es. Estamos dando una explicación sobre la base de una causa material.

La causa formal: Se puede definir diciendo qué es aquello que hace que una cosa se llame así, y no de otro modo. Por ejemplo: Si sobre una superficie arrojamos un objeto cuadrado y otro redondo y nos preguntamos por qué el segundo objeto rueda fácilmente y el otro no, la respuesta será, que esto se produce debido a la forma de los objetos . Se trata aquí de dar una explicación en base a la causa formal, que nos informa de qué modo es la cosa o el ser y de cuáles son sus propiedades.

La causa ejemplar: Se llama causa ejemplar al original que ha servido como modelo para efectuar una cosa. Por ejemplo si se pregunta de por qué tal figura se encuentra en tal estatua, se contesta apelando a la causa ejemplar diciendo: La estatua existe como tal figura , gracias al modelo, real o imaginario, que ha influido sobre su creación. Esta causa comúnmente se reduce a la causa eficiente.

La causa final: Se llama causa final al designio o propósito que implica la existencia de una cosa. La causa final puede referirse a dos aspectos: En primer lugar puede indicarnos para qué sirve o para qué existe una determinada cosa. En segundo lugar nos indica el propósito, intención u objetivo de una acción. El fin significa -finalidad‖, es decir, aquello hacia lo cual tiende todo acto. Así por ejemplo, un soldado tiene por fin adiestrarse para servir a la patria, o un juez tiene por fin administrar justicia, o el corazón tiene por fin bombear sangre para alimentar el organismo.

Debemos resaltar que muchas de explicaciones en las ciencias biológicas como en las ciencias sociales se fundamentan en esta causa. Es la -doctrina del finalismo‖.

10.3. ¿Qué objeciones existen sobre el principio de causalidad?

El principio de causalidad, en el sentido de causalidad ontológica, fue atacada por los filósofos y los hombres de ciencia modernos a partir de Galileo Galilei (1564-1642). Desde entonces los hombres de ciencia no tratan de averiguar porque ocurren las cosas, sino que quieren saber cómo ocurren las cosas, es decir, en virtud de qué ley se producen los hechos y fenómenos que observamos.

David Hume niega el principio de causalidad tanto en su sentido físico como ontológico; este principio no es innato al espíritu humano. Para él la ilusión de causa no es más que una ilusión que surge del hábito de ver que dos fenómenos se suceden constantemente y en la

misma forma. Somos nosotros los que transformamos estas relaciones subjetivas en relaciones objetivas que encadenarían los hechos de la realidad. La negación de la causalidad es la objeción principal de la doctrina empirista. La doctrina racionalista también ha impugnado el principio de causa de manera diferente.
Los racionalistas aceptan el principio de causa, pero niegan que tenga un alcance ontológico. Para los racionalistas se trata de una ley de nuestro espíritu que rige para los fenómenos. Para el criticismo, representado por Inmanuel Kant, la causalidad es una categoría de nuestro espíritu (un molde de nuestro entendimiento) pero que vale únicamente para el mundo de los fenómenos, pero que carece de validez para las cosa en sí o esencias.

Desde otro punto de vista, la causalidad encarna un innegable problema que genera un enconado enfrentamiento entre materialismo e idealismo. Los materialistas reconocen la relación causal en todos los fenómenos objetivos e independientemente de la voluntad y la conciencia humana. Los idealistas, por el contrario, niegan la condición causal de todos los fenómenos de la realidad o deducen la causalidad no del mundo objetivo, sino de la conciencia o de la razón. Engels y Hume son ejemplos de estas dos tendencias. Para el primero, el argumento de Hume es válido dentro de una argumentación lógica, pero como el hombre es un ser activo y no únicamente lógico, puede con la práctica probar la probabilidad del hecho.

10.3.1. El problema de la causalidad en Hume

Cuando un acontecimiento sucede tras otro, la mayoría de la gente piensa que una conexión entre ambos acontecimientos *hace* que el segundo suceda al primero (post hoc ergo propter hoc).

El célebre filósofo escoces David Hume (1711-1776), desafió a esta creencia en su primer libro *Tratado de la naturaleza humana* y más tarde en su *Investigación sobre el entendimiento humano*. Se dio cuenta de que aunque percibimos que un elemento suceda al otro, *no percibimos ninguna condición necesaria y suficiente entre los dos*. Y, de acuerdo con su epistemología escéptica, sólo podemos confiar en el conocimiento que adquirimos a través de nuestras percepciones. Hume declaró que nuestra idea de causalidad consiste en poco más que la esperanza de que ciertos acontecimientos se den tras otros que los preceden. «No tenemos otra noción de causa y efecto, excepto que ciertos objetos siempre han coincidido, y que en sus apariciones pasadas se han mostrado inseparables. No podemos penetrar en la razón de la conjunción. Sólo observamos la cosa en sí misma, y siempre se da que la constante conjunción de los objetos adquiere la unión en la imaginación» *(Hume,* 1740: 93). En realidad no podemos decir que un acontecimiento causó al otro. Todo lo que sabemos es con seguridad que un acontecimiento está correlacionado con el otro. Para describir esto, acuñó el término *conjunción constante*, que consiste en que cuando vemos cómo un acontecimiento siempre *causa* otro lo que en realidad estamos viendo es que un acontecimiento ha estado siempre en *conjunción constante* con el otro. En consecuencia, no tenemos ninguna razón para creer que el primero causó al segundo, o que continuarán apareciendo siempre en *conjunción constante* en el futuro (Popkin y Stroll, 1993: 268). La razón por la que presentamos este comportamiento no es que la causa-efecto sea el comportamiento de la naturaleza, sino los hábitos de la psicología humana (Popkin y Stroll, 1993: 272).

Esta concepción le quita toda la fuerza a la causación, y otros humeanos posteriores, como Bertrand Russell han desechado la misma noción de causación aduciendo que es un tipo de superstición. Pero esto desafía al sentido común, creando el problema de la causación – ¿Qué justifica nuestra confianza en la existencia de una conexión causal y de qué clase de conexión podemos saber? – un problema para el que no se ha encontrado solución. Hume sostuvo que tanto nosotros como otros animales tenemos una tendencia instintiva a creer en la causación debido al desarrollo de hábitos de nuestro sistema nervioso, una creencia que no podemos eliminar, pero que no podemos probar mediante ningún argumento, deductivo o inductivo.

10.4. ¿Qué son las causas finales y cuáles son sus objeciones?

Hacemos este comentario en virtud de que las explicaciones científicas en muchas ramas de las ciencias naturales, así como en las ciencias humanas, están basadas en la causa final. Son las llamadas explicaciones teleológicas o finalistas y la corriente filosófica que la sustenta es la –Doctrina del Finalismo||.

La noción de causa final o principio de finalidad, expuesta por Aristóteles en sus escritos metafísicos, ha sido tema de muchas objeciones tanto por Empiristas como por Racionalistas. En la actualidad muchos filósofos y hombres de ciencia rechazan el principio de finalidad, aunque también, existe un buen contingente de ellos que lo aceptan únicamente para determinadas esferas de la investigación científica, tales como la Biología y la Psicología. Pero antes de analizar las diversas objeciones sobre este punto, debemos precisar qué entendemos por finalidad.

De acuerdo con Kant, se distinguen dos clases de finalidad: la finalidad externa y la finalidad interna. La finalidad externa significa que un ser tiene su fin en otro ser. El sol tendría por fin alumbrar la tierra; la hierba alimentar los animales herbívoros, etc. La finalidad interna consiste en la conveniencia entre las partes y el todo de un ser. Podemos decir que hay finalidad interna cuando en un ser, todos sus órganos funcionan de tal modo que permiten la vida de dicho ser y que cada una de las partes exige la existencia de las demás partes del organismo. Por ejemplo en el organismo humano, para que subsista, necesita de la colaboración de un gran número de elementos. El sistema digestivo necesita del sistema circulatorio, éste a su vez del sistema nervioso, etc. Pero es en la actividad Psíquica dónde la finalidad es más patente. En efecto, la conducta del hombre por lo general está regida por un propósito, por una intención, por un fin determinado y este fin actúa como causa que orienta y determina la acción.

Dentro de este contexto, una de las principales objeciones al principio de finalidad es de tipo lógico; que es quizá el argumento más serio en contra de este principio. Alega que se trata de explicar lo actual por lo futuro; es decir, la causa por el efecto. Lógicamente la causa debe anteceder al efecto y puesto que el fin es efecto no puede actuar como causa, pues aun no existe , toda vez que pertenece al futuro.Esta es la razón principal por la cual se trata de excluir el principio de finalidad del dominio de la ciencia. Sin embargo no se han logrado suprimir las consideraciones finalistas ni en la Biología, ni en la Psicología, ni en casi todos los sectores de las Ciencias humanas. Es en Biología donde aparece con más evidencia el principio de finalidad. El ojo está destinado para ver, el oído para oir, el corazón para impeler la sangre etc.

Como Resumen podemos argumentar que la causalidad física, o sea, el mecanicismo nos da la razón de los fenómenos de la naturaleza inorgánica y la causa final o finalidad rige para la voluntad y conducta del hombre; pero en la zona intermedia, es decir, en el mundo orgánico hay lugar tanto para la explicación finalista como mecanicista. En efecto, en los procesos biológicos la explicación es mecanicista en la medida en que obran las sustancias y las fuerzas físico-químicas. En cambio la explicación es finalista cuando nos referimos a la función que desempeña cada una de las partes en el conjunto del organismo. Por lo tanto podemos argumentar que finalismo y mecanicismo son dos puntos de vista igualmente válidos para interpretar la experiencia del mundo espiritual, orgánico e inorgánico. Hay lugar tanto para la explicación finalista como para la mecanicista. Existen leyes causales y leyes o principios finales y estas leyes no se anulan ni se contradicen, sino que se complementan y nos permiten comprender mejor nuestro universo.

10.5. ¿En qué sentido se halla involucrada la causalidad al método científico?

Según Bertrand Russell: El poder de la ciencia se debe al descubrimiento de —Leyes Causalesll. Todo lo que creemos conocer sobre el mundo físico depende enteramente del supuesto de que hay leyes causales. Es más fácil creer en la existencia de una ley de la naturaleza, por la cual las causas son siempre seguidas de sus efectos, que en otra por la cual esto ocurrirá habitualmente.

Una ley causal es un principio general en virtud del cual, con suficientes datos acerca de ciertas regiones del espacio tiempo, es posible inferir algo acerca de otras regiones del espacio-tiempo. Algunas leyes enuncian probabilidades que sólo hacen probables los sucesos inferidos, pero esto no les impide ser consideradas como leyes causales.

La única debilidad en la ley de la causalidad es el que dice que en algunos casos no pude haber ninguna relación causal.

10.6. Análisis del concepto de causalidad bajo el enfoque de la ciencia actual

En los tiempos contemporáneos, el concepto de causalidad está en tela de juicio, y ya no estamos del todo supeditados al viejo y clásico principio de causalidad, como lo entendían los científicos de las ciencias naturales de la edad moderna. Conforme avanza la ciencia, sus diversas disciplinas van adaptando este principio, para suministrar una explicación racional a su labor científica.

Así podemos exponer como se entiende la causalidad desde 4 puntos de vista.

1.- Causalidad en física.
2.-Causalidad en filosofía
3.- Causalidad en estadística.
4.- Causalidad de Granger en economía.

a.- Causalidad en física

En física, el término **causalidad** describe la relación entre causas y efectos, y es fundamental en todas las ciencias naturales.

En física clásica se asumía que todos los eventos están causados por otros anteriores y que dicha causalidad es expresable en términos de **leyes de la naturaleza**. Dicha pretensión llegó a su punto más alto en la afirmación de Pierre-Simon Laplace. Laplace afirmó que si se conoce el estado actual del mundo con total precisión, uno puede predecir cualquier evento en el futuro. Esta perspectiva se conoce como determinismo o más precisamente *determinismo causal.*

El **principio de causalidad** postula que todo efecto -todo evento- debe tener siempre una causa (que, en idénticas circunstancias, una causa tenga siempre un mismo efecto se conoce como "principio de uniformidad". Se usa para la búsqueda de leyes definidas, que asignan a cada causa su correspondiente efecto.

Este principio refleja un comportamiento mecánico de la naturaleza, que hasta el siglo XX se había aceptado e interpretado en un sentido determinista.

De acuerdo con los postulados comunes de la física newtoniana, la causa precede al efecto en el tiempo. Sin embargo, en la **física moderna**, el concepto más simple de causalidad ha necesitado ser clarificado. Por ejemplo, en la teoría de la relatividad especial, el concepto de causalidad se mantiene, pero el significado de "preceder en el tiempo" sigue siendo absoluto y no depende del observador (aunque no pasa igual con el concepto de simultaneidad de conceptos no relacionados causalmente, que ahora sí pasan a depender del observador). Consecuentemente, el principio relativista de causalidad dice que la causa precede a su efecto para observadores inerciales. Esto implica que, en términos de la teoría de la relatividad especial, una condición necesaria para que A sea causa de B, es que B sea un evento que pertenece al cono de luz de A (en términos de distancias espacio-temporales se dice que A y B están separados por intervalo temporaloide).

En la teoría general de la relatividad, el concepto de causalidad se generaliza de la manera más directa posible: el efecto debe pertenecer al cono de luz futuro de su causa, aún en espacio-tiempos curvos; aunque pueden aparecer ciertas complicaciones, como cuando uno trata soluciones exactas de las ecuaciones de Einstein.

El **principio de causalidad** postula que todo efecto -todo evento- debe tener siempre una causa. No obstante, a principios de este siglo Heisenberg introdujo su **principio de incertidumbre**, que modificaba profundamente el principio de causalidad clásico.

Heisenberg y otros padres de la **mecánica cuántica** introdujeron un modelo de átomo que renunciaba a la visión clásica de un compuesto de partículas y ondas. Se concluyó que estaba condenado al fracaso cualquier intento de establecer analogías entre la estructura atómica y nuestra intuición sobre objetos macroscópicos. La formulación matemática de la teoría de Heisenberg se llamó inicialmente **mecánica matricial**, porque requería del uso de las matrices del álgebra lineal clásica.

b.- Causalidad en filosofía

La **causalidad** en filosofía parte del hecho de que todo suceso se origina por una causa, origen o principio. Para que un suceso A sea la causa de un suceso B se tiene que cumplir tres condiciones:

- Que A suceda antes que B.
- Que siempre que suceda A suceda B.
- Que A y B estén próximos en el espacio y en el tiempo.

El observador, tras varias observaciones, llega a generalizar que puesto que hasta ahora siempre que ocurrió A se ha dado B, en el futuro ocurrirá lo mismo. Así se establece una ley.

La idea de causa ha suscitado un buen número de debates filosóficos, desde los primeros intentos filosóficos. Aristóteles concluye el libro de los Segundos analiticos con el modo en que la mente humana llega a conocer las verdades básicas o premisas primarias o primeros principios, que no son innatas, ya que es posible desconocerlas durante gran parte de nuestra vida. Tampoco pueden deducirse a partir de ningún conocimiento anterior, o no serían primeros principios. Afirma que los primeros principios se derivan por inducción, de la percepción sensorial, que implanta los verdaderos universales en la mente humana. De esta idea proviene la máxima escolástica "*nada hay en el intelecto que no haya estado antes en los sentidos*" (Nihil est in intellectu, quod prius non fuerit in sensu). Al mantener que "*conocer la naturaleza de una cosa es conocer, ¿por qué es?*" y que "*poseemos conocimiento científico de una cosa sólo cuando conocemos su causa*", Aristóteles postuló cuatro tipos mayores de causa como los términos medios más buscados de demostración: *la forma definible; un antecedente que necesita un consecuente; la causa eficiente; la causa final.*

En Kant, la causalidad es una de las categorías *a priori* del entendimiento, y entonces no proviene de la costumbre (como decía Hume) sino tiene un carácter necesario y universal. Esto permite que la ciencia se apoye sobre el principio de causalidad sin dejar de ser necesaria y universal.

c.- Causalidad en estadística.

En estadística, la **causalidad** se refiere a una relación de necesidad de concurrencia de dos variables estadísticas correlacionadas, probar causalidad entre dos variables implica además de que guarden una correlación positiva, estudiar en casos donde una pueda aparecer sin la otra, etc.

En epidemiología, por ejemplo, el hecho de que dos fenómenos estén estadísticamente relacionados no implica necesariamente que uno sea causa del otro. Para poder afirmar esto último es necesario disponer de dos grupos comparables (constituidos por individuos elegidos al azar), y someter a la exposición al factor estudiado a uno de ellos, estudiando las diferentes tasas de aparición del efecto.
Esto, en la mayoría de los casos es imposible por razones éticas y prácticas, por lo que se recurre a estudios analíticos retrospectivos: Se toman dos grupos, uno con el efecto (por ejemplo, enfermedad) y otro sin él ("sanos"), y se estudia, de manera retrospectiva, cuál fue el grado de exposición a la hipotética causa (factor de riesgo) en cada caso.

No obstante ello, los estudios analíticos prospectivos suelen ser los que garantizan - dentro de los límites de confianza estadística fijados - las asociaciones causales más fuertes.

A falta, entonces, de una prueba experimental idónea se han postulado una serie de criterios cuyo cumplimiento garantiza que la asociación no sea "casual", sino "causal". Los más conocidos son los formulados por Sir Austin Bradford Hill:

- Fuerza de la asociación, estimable mediante las medidas estadísticas correspondientes.
- Gradiente o efecto dosis-respuesta (a mayor dosis de la causa, mayor cantidad del efecto).
- Secuencia temporal.
- Consistencia, o repetición del mismo resultado en otros estudios.
- Coherencia con otros hallazgos.
- Analogía con otros fenómenos.
- Plausibilidad biológica, es decir, existencia de un mecanismo biológico plausible que explique la relación causa-efecto.
- Especificidad.
- Evidencia experimental, demostración mediante estudios experimentales.

Factor condicionante

Un factor condicionante es una variable que parece influir causalmente en otra variable, llamada efecto; aun cuando el factor condicionante no sea la única causa eficiente para el efecto. Formalmente A es un factor condicionante de B si se cumple la siguiente relación entre las probabilidades condicionadas:

$$P(B|A) > P(B|\bar{A}), \qquad \text{con } P(A) \neq 0$$

Es decir, la probabilidad de que se dé B dado que sabemos que está ocurriendo A, es mayor que la probabilidad de que se dé B dado que sabemos que no ocurre A. Esto generaliza la idea de causa, ya que si "A es causa de B" la relación se cumple trivialmente ya que se tiene:

$$P(B|A) = 1, \; P(B|\bar{A}) = 0$$

La idea del factor condicionante, tiene la ventaja de que en ocasiones es difícil demostrar estadísticamente que "A es causa de B", aunque es relativamente fácil de argumentar la validez estadística de que "A es un factor condicionante de B".

d.- Causalidad de Granger (Economía)

Causalidad de Wiener-Granger o **Test de Wiener-Granger**: Desarrollado por el Premio Nobel de Economía (año 2003) Clive W. J. Granger (1934-), a partir de las indicaciones de Norbert Wiener. Es un test consistente en comprobar si los resultados de una variable sirven para predecir a otra variable, si tiene carácter unidireccional o bidireccional. Para ello se tiene que comparar y deducir si el comportamiento actual y el pasado de una serie temporal A

predice la conducta de una serie temporal B. Si ocurre el hecho, se dice que -el resultado A‖ causa en el sentido de Wiener-Granger -el resultado B‖; el comportamiento es unidireccional. Si sucede lo explicado e igualmente -el resultado B‖ predice -el resultado A‖, el comportamiento es bidireccional, entonces -el resultado A‖ causa -el resultado B‖, y -el resultado B‖ causa -el resultado A‖.

10.7. Explicación y causalidad

Es conveniente que las explicaciones manifiesten una conexión lógica entre lo que explica y lo explicado, pero el interés científico radica en que, además, pueda señalarse algún tipo de conexión causal. Esto lleva a discutir el problema de la causalidad, lo que no es demasiado sencillo.

Una conexión causal, en un sentido estricto, es una ley de sucesión invariable y, por lo tanto, una conexión más fuerte que una correlación probabilística. Se ha solido expresar que la causalidad implica una conexión necesaria e interna entre dos o más fenómenos, el precedente, llamado *causa*, y el consecuente, el *efecto*. Por supuesto, decir que -*a* causa *b*‖ implica -*a* precede a *b*‖, pero la implicación inversa no puede sostenerse. Esto muestra que un problema reside en descubrir lo que distingue un antecedente causal de un antecedente meramente temporal.

Hume, en su famosa discusión acerca de la causalidad, sostuvo que el contenido verificable de una afirmación causal se agota en la afirmación de una -conjunción constante‖ de la clase de sucesos llamados -causa‖ y -efecto‖. Sostuvo que las conexiones causales son contingentes, no necesarias. Esperamos que un vidrio se rompa cuando una piedra lo golpea, pero esto sucede porque hemos observado frecuentemente la repetición de esos sucesos; si nunca hubiéramos observado tal -conjunción‖ no habríamos sido capaces de predecir lo ocurrido. Por otra parte, nada garantiza que lo que ha ocurrido hasta el presente siga ocurriendo en el futuro. El sol aparece todos los días, pero ¿podemos asegurar, inexorablemente, que también ha de aparecer mañana?

Se sostenía entonces, antes de Hume, que debía existir una *conexión necesaria* entre la causa y el efecto. Pero cuando se afirma que, dados dos eventos sucesivos A y B, A es la causa de B si es imposible que se dé A sin que inmediatamente tenga lugar B, se está afirmando algo cuyo significado no es empíricamente verificable, ya que es indudable la dificultad de reconocer la *necesidad* exigida, pues lo que se da en nuestro mundo es, simplemente, que B sigue a A. Por lo tanto, Hume reemplaza la conexión necesaria por la conjunción constante, que señala la repetición de fenómenos sucesivos. Así, de acuerdo con Hume, se puede hablar de causa cuando un objeto es seguido por otro y cuando todos los objetos similares al primero son seguidos por objetos similares al segundo.

La crítica de Hume es importante, digna de considerarse. Pareciera entonces que la referencia a causas es siempre una apelación *a posteriori*, una vez que los fenómenos se han producido. Podemos decir que la causa del movimiento de una bola de billar es que otra la golpeó pero, ¿qué ocurre si la primera no se mueve cuando la segunda la golpea? Quizá miremos entonces debajo de la mesa para ver si, por algún mecanismo, estaba atornillada y diremos que esa era la causa por la que no se movió. Y si aun atornillada 988se mueve, miraremos nuevamente y diremos que la causa de que se haya movido es que estaban flojos los tornillos, y así

sucesivamente. Podría argumentarse que no es muy diferente lo que pasa a este respecto en el campo de la ciencia.

Además, ¿cómo podemos *ver*, en una descripción de lo que sucede, eso que llamamos -causal? La causa del movimiento de la bola de billar, ¿es el golpe de la otra, o el hecho de que golpeamos a esta última con el taco, o de que hubiera un taco para golpearla, y así sucesivamente?

Toda afirmación de carácter causal, que se da entre hechos o fenómenos, tiene a su vez sentido si puede expresarse en forma de ley (Kant insistió en la existencia de reglas generales; para él, que concibió a la causalidad como un *principio de orden*, un juicio observacional no cuenta como experiencia sin una ley que afirme que, toda vez que un suceso es observado, está siempre referido a algún antecedente, al que sigue de acuerdo con una regla universal), pero esto no quiere decir que, necesariamente, rija un principio de causalidad para todo lo que sucede en el universo. (aunque la búsqueda de legalidades causales *presupone* que todo lo que acaece *debe* tener una causa; se trata de una presuposición acerca de la naturaleza)

La afirmación indiscriminada de un principio de causalidad llevaría a darnos muy poca información, ya que podría conducirnos a sostener que todo suceso tiene causas, las que podrían mostrarse de manera inmediata o mediata (según la complejidad de la cuestión) o incluso cabría la posibilidad de no descubrirlas, si el caso es muy dificultoso, pero, aun así, no dudaríamos acerca de su existencia (de causas). Plantear las cosas de esta manera es muy peligroso, ya que un principio de causalidad formulado de ese modo se tornaría, no ya explicativo, sino demasiado explicativo y, en su pretensión de explicarlo todo, dejaría de tener valor informativo.

Vemos entonces que hay dificultades con el concepto de causalidad, lo que no significa que pensemos que debe eliminarse del contexto científico. Por el contrario, creemos que es de sumo interés su permanencia y permítasenos un intento de rescate, que pueda motivar ulteriores reflexiones.

Como una aclaración previa, digamos que la comprensión de una relación causal no es, típicamente, un proceso de razonamiento lógico, no es una vinculación abstracta entre objetos abstractos 40. El problema causal es más bien una cuestión ontológica, aunque puede analizarse con la ayuda de la lógica.

Como señala Bunge, el hecho que el problema causal sea de naturaleza ontológica no es incompatible con la circunstancia de que presente un aspecto lógico y otro gnoseológico. El aspecto gnoseológico tiene que ver con la cuestión de la verificación del principio causal y el aspecto lógico con la estructura lógica de las proposiciones mediante las cuales se formulan los enunciados causales. En este último sentido, debemos reconocer que puede discutirse, con toda razón, el enfoque relacional condicional, *si p, entonces q*, como el esquema de la formalización correcta del principio causal, y debiera más bien pensarse en la relación de premisa a conclusión (implicación lógica o deductibilidad), o en la implicación causal de proposiciones, o incluso en una interpretación relacional, como más adecuados para tal formalización. Es por ello que nuestra sucinta formalización tiene un sentido meramente instrumental para la comprensión de los conceptos de *condición suficiente* y *condición*

necesaria, que nos parecen útiles para entender más claramente el problema, y tienen una proyección empírica. Además, podrían jugar un papel en alguna de las otras formalizaciones, más correctas, que acabamos de mencionar. Confiamos pues en que lo que sigue no quede invalidado por una estricta interpretación lógica acerca de cómo correspondería formalizar una relación causal de manera más adecuada.

Para entender lo que exponemos a continuación, hagamos una breve digresión lógica. Como ocurre en todo condicional, cuando afirmamos —si algo es un metal, entonces se dilata con el calor‖ estamos diciendo que *basta* que algo sea un metal para que se dilate con el calor, aunque no es necesario que lo sea para que pueda darse la consecuencia. Generalizando, diremos que el antecedente de un condicional es siempre *condición suficiente*, aunque no necesaria, con respecto al consecuente. A su vez, dilatarse con el calor es necesario, aunque no suficiente, para que algo pueda considerarse metal. Diremos entonces que el consecuente de un condicional es siempre *condición necesaria*, aunque no suficiente, con respecto al antecedente.

Dicho esto, podemos expresar la crítica a la causalidad entendida como conexión necesaria por dos tipos de razones, empíricas y lógicas. Utilicemos el ejemplo de las bolas de billar. Desde el punto de vista empírico, puede verse fácilmente que el movimiento de una de las bolas de billar puede deberse al golpe de la otra, o a que la empujamos con la mano, o a que lo hizo una fuerte corriente de aire, es decir, puede haberse movido por diversas –causas‖ y no *solamente* por una de ellas.

Realicemos ahora el análisis lógico de la situación: —Si la bola de billar N° 1 se movió, entonces la N° 2 la golpeó; y la N° 2 la golpeó. Por consiguiente, la N° 1 se movió‖.

Nótese que el golpe de la bola de billar N° 2, que figura en el consecuente *(condición necesaria)* del condicional inicial (la primera premisa del razonamiento), sería la –causa‖ del movimiento de la primera.

Pero lo que se obtendrá de esa manera es un razonamiento incorrecto (la falacia de afirmación del consecuente). Simbolizando el razonamiento en cuestión y ordenando y resolviendo por tablas de verdad, de acuerdo al método del condicional asociado, se obtiene una *contingencia*, lo que muestra la incorrección del razonamiento correspondiente, en virtud de su forma. Para dar un ejemplo de la misma forma, a partir de –si algo es un metal, entonces se dilata con el calor (premisa 1); y algo se dilata con el calor (premisa 2)‖ no puede concluirse válidamente –por lo tanto, es un metal‖, porque podemos encontrarnos con algo que se dilate con el calor (un gas) y que sin embargo no sea un metal.

Nos damos cuenta así de la dificultad de sostener el carácter necesario de las causas. ¿Quiere decir que debemos eliminar este concepto de la actividad científica?
Veamos qué ocurre, en cambio, si pensamos en la causalidad como una especie de *condición suficiente*, analizando los puntos de vista empírico y lógico.

En el plano empírico, el análisis se hace más natural, ya que la circunstancia de que una bola de billar se mueva cuando la otra la golpea (en ausencia de circunstancias que lo impidan) no implica que no pueda moverse por otras causas, como ya vimos. Es decir, podemos ver como

suficiente (pero no como necesario), para que la N° 1 se mueva, que la N° 2 la golpee. Y el análisis lógico de esta situación sería el siguiente, considerando a la causa como *condición suficiente*, por lo que debe figurar, según ya vimos, como *antecedente* del condicional: —Si la bola de billar N° 2 la golpea, entonces la N° 1 se mueve; y la N° 2 la golpea. Por lo tanto, la N° 1 se mueve‖. Obtenemos en este caso, a diferencia del anterior, una forma correcta de razonamiento (el *modus ponens*):

De acuerdo al método del condicional asociado, si ordenamos y resolvemos por tablas de verdad, resultaría una *tautología*, lo que muestra la corrección de la correspondiente forma de razonamiento. A partir de -si algo es un metal, entonces se dilata con el calor (premisa 1); y algo es un metal (premisa 2)‖ ahora sí puede válidamente concluirse ,-por lo tanto, se dilata con el calor‖.

Por esta vía, pensamos, puede intentarse el rescate adecuado de la noción de *causa*, como condición suficiente, lo que además, también creemos, tiene interesantes consecuencias, en la ciencia en general y en las ciencias sociales en particular.

De esta manera, la búsqueda de causas significaría la búsqueda de un conjunto de condiciones suficientes para la producción de un fenómeno, acción o acontecimiento. Y lo que suele suceder es que a menudo se toma una de ellas, de ese conjunto, como el factor más relevante de esa producción. Aunque el ejemplo no sea del todo adecuado, no es solamente el bacilo de Koch el que puede verse como causa de la turberculosis, sino también el conjunto de condiciones sociales, económicas (alimentación, etc.), que la posibilitan.

En el caso de la historia, esta manera de enfocar el problema de la causalidad brinda, creemos, una rica perspectiva de análisis y explicación de los hechos históricos, mostrando cómo se constituyen las cadenas causales.

Por otra parte, sobre esta base, adquiere una dimensión diferente, y más adecuada, la cuestión del determinismo, permitiendo separar convenientemente este concepto del predeterminismo, con el que suele confundirse, sobre todo como resultado del uso de la noción de *necesario*. De este modo pueden compatibilizarse y, aun ligarse, los conceptos de determinismo y libertad, con todas las implicaciones que esto puede tener en la ciencia social.

A su vez, en el campo de las técnicas de investigación se puede también trabajar con esta base conceptual, como sucede con la inferencia de relaciones causales a partir de correlaciones. Pueden obtenerse así, en una situación dada, varios modelos diferentes, que incluyen las mismas variables y explican igualmente bien los hechos. En general, habrá más de una explicación para cada conjunto de datos, y será menester utilizar información complementaria para elegir entre las distintas explicaciones.

Las explicaciones más interesantes son aquellas en las que pueden establecerse relaciones de causalidad, en la medida en que no se pretenda explicar absolutamente todo ni sostener, como hemos visto, un principio de causalidad a ultranza. En ambos casos llegaríamos a situaciones de irrefutabilidad, lo que de ninguna manera es satisfactorio en la investigación científica.

10.8. ¿Qué relación tienen la Causalidad y la Explicación en la investigación científica?

La elaboración de un trabajo de investigación científica que aspire a un alto grado de nivel intelectual, debe estar bien sustentada sobre tres marcos. Un marco filosófico; Un Marco Teórico y un Marco Conceptual.

Respecto al marco Filosófico, uno de los supuestos más importantes es: aceptar el principio de causalidad como punto de partida de la investigación. No se pueden investigar fenómenos sino se refieren a causas. Cualquiera que sea el criterio que se adopte sobre el principio de causalidad, este debe estar presente a lo largo de toda la investigación. Se puede usar el criterio racional deductivo de la causalidad en las investigaciones de las ciencias físicas por ejemplo o el criterio probabilístico que caracteriza a las ciencias del espíritu o psicológicas o el criterio finalista que tanto se usa en las ciencias biológicas. El investigador tiene que definirlo en su marco filosófico.

Respecto al Marco Teórico, sus antecedentes, así como su realidad problemática tiene que fundamentarse en hechos verificados y contrastados dentro de esquemas teóricos. Los datos que se recogen tienen que estar seleccionados y filtrados en la misma forma. Todo hecho que va a contribuir al trabajo tiene que observarse a la luz de leyes o teorías. De igual manera, al procesar los datos tiene que definir que teorías son las que va a utilizar, pues puede darse el caso de existir dos teorías que se traslapen y tendrá que decidir por alguna de ellas o usar ambas con la justificación previa. Por otro lado, los resultados que obtenga tienen que ser explicados en base a las teorías señaladas en el marco respectivo.

Respecto al marco conceptual podemos decir, que si es necesario introducir nuevos conceptos que hagan más comprensible la explicación de los resultados obtenidos, se tendrán que hacer en este marco. La introducción de nuevos conceptos, en un trabajo de investigación, es un indicador de la profundidad de la misma.

Resumiendo: Podemos afirmar que un trabajo de investigación serio debe aspirar a buscar causas que expliquen los hechos que son materia de estudio, para hacerla más comprensible y llegar al nivel de la explicación en la ciencia. No descartamos el nivel descriptivo del estudio, pero con las recomendaciones arriba mencionadas, éstos deberán servir de base o fundamento para poder llegar al nivel de explicación, por causas que son los trabajos de mayor potencia explicativa.

Conclusiones.

1.-La causalidad es una categoría filosófica, donde no existe un acuerdo unánime sobre el origen de este concepto. Algunas doctrinas lo niegan y otras lo aceptan en forma total o parcial según el punto de vista de cada una de ellas.

2.-El principio de causalidad ha corrido la misma suerte y se puede enunciar desde un punto de vista: Lógico, Ontológico o Epistemológico, lo que ha provocado un desconcierto en la interpretación de los resultados de la investigación científica en muchas disciplinas en determinado tiempo y lugar.

3.- La ciencia no discute si el principio de causalidad es una forma apriorística de la razón (Según Kant); o que si éste no existe, siendo tan sólo una necesidad del intelecto para organizar nuestras impresiones e ideas del mundo sensible. (Según Hume) La ciencia presupone que este principio existe independiente de su origen o procedencia. Lo que importa, es tratar de interpretar los fenómenos según causas y efectos, como un anhelo supremo de la razón humana.

4.- Fue a partir de Galileo Galilei que el Principio de Causalidad se acepta de forma lógica, lo que se puede traducir diciendo: los hombres de ciencia no tratan de averiguar porque ocurren las cosas, sino como ocurren éstas. Las causas se empiezan a buscar en las mismas leyes de la naturaleza, que son extraídas de la propia experiencia.

5.- Conforme avanza la ciencia, al tratar de explicar fenómenos más complejos, se buscan causas más profundas, pero no en el sentido Ontológico, dando razones metafísicas, sino más bien, se trata de explicarlos en un sentido epistemológico, dando razones en función a leyes y teorías científicas de mayor alcance y profundidad.

6.- En la Actualidad, el Principio de Causalidad es un supuesto que se asume en todo tipo de investigación científica; pues, la posibilidad de comprender el universo depende en forma lógica de éste principio.

7.- El poder de la ciencia se debe al descubrimiento de Leyes Causales. Esto no contradice el hecho de que la labor científica pueda llegar hasta la descripción o a un nivel taxonómico de organización de hechos, como un camino previo en la búsqueda de Leyes Causales.

8.- La explicación de los fenómenos de la naturaleza sólo se hace en función a leyes y/o teorías que sustentan los hechos observados. No existe explicación de hechos aislados y sin conexión alguna.

9.-La explicación científica se acepta desde diversos puntos de vista: Deductiva (mediante leyes Universales); Probabilística (mediante leyes Estocásticas) Teleológica o funcional (en función de la causa final o Principio del finalismo) etc. Todos estos enfoques explicativos dependen de la disciplina científica que se cultive.

10.-La explicación en base a Teorías o Leyes Causales son las que tienen mayor potencia explicativa, en contraste con las explicaciones que se dan en base a las Leyes Probabilísticas que son las de menor potencia. Esto demuestra por qué las Ciencias Naturales han desarrollado mucho más que las Ciencias Humanas o del Espíritu.

11.- Las Leyes de la Lógica y las Matemáticas son Leyes Universales que sólo explican los objetos de su propio estudio, pero que de por sí no nos dicen nada acerca del mundo externo. Son herramientas de la razón para la aprehensión del mundo que nos rodea.

12.- Todo trabajo de investigación debe suponer el Principio de Causalidad y debe partir de hechos, sustentados en leyes o teorías y de cuya inferencia y contrastación se deben encontrar otras leyes, que sirvan nuevamente de sustento para explicar nuevos hechos o para buscar nuevas Leyes.

CAPÍTULO Nº 11

EL PROBLEMA DE LA INDUCCION

11.1. Introducción

Todo razonamiento lógico consiste, esencialmente, en inferir de uno o de varios juicios, otro juicio nuevo que es la conclusión. Cuando de un juicio universal llegamos a una conclusión particular, decimos que se ha efectuado un razonamiento *deductivo.* Así, si sabemos que todos los metales son maleables, deducimos que el cobre también será maleable.
Pero no siempre razonamos de ese modo. Las leyes científicas, que son juicios universales, no se nos revelan por un acto de misteriosa intuición. Galileo, para llegar a formular la ley que dice -*Todos los cuerpos caen con la misma velocidad en el vacío*‖, observó varios cuerpos que, puestos a una misma altura en un tubo vacío, caían al mismo tiempo. A esta forma de razonar, en que se parte del examen de una serie de casos particulares para llegar a un juicio universal, llamamos ***inducción***.

Pero, cuál es el problema que tiene este tipo de razonamiento con el conocimiento científico en general y con método científico en particular? Lo podemos explicar tomando un ejemplo:
¿Qué entendemos por ley causal? Es una aserción, según la cual una cierta circunstancia se halla invariablemente acompañada por tal o cual fenómeno, sean cuales fueren el tiempo y el lugar en los que se produzca. Ahora bien. ¿cómo llegamos al conocimiento de tales verdades generales? La relación causal no es una relación puramente lógica o deductiva; *no puede descubrirse por ningún conocimiento a priori.* Las leyes causales sólo pueden descubrirse **empíricamente,** apelando a la experiencia. Pero nuestras experiencias lo son siempre de circunstancias particulares, de fenómenos particulares y de sucesiones particulares de ellos. Podemos observar varias apariciones de un tipo de circunstancia, y toda aparición de ella que observemos puede estar acompañada por la aparición de un cierto tipo de fenómeno, pero ¿Cómo llegamos a partir de estas observaciones a formular la proposición general de que en todos los casos la aparición de esa circunstancia debe ir acompañada del mismo fenómeno? En otros términos, ¿Cuál es la justificación lógica para afirmar de que en todos los casos esa circunstancia es la causa del fenómeno observado? Esta interrogante resume el problema de la inducción, pues las leyes de las ciencias empíricas están basadas en esta forma de razonamiento.

Los resultados de la observación y la experimentación suministran la evidencia para una teoría científica, pero no pueden demostrar que la teoría es correcta. Hasta la —generalización empírical más modesta de que el agua hierve a 100°C, va más allá de lo que puede ser deducido de la evidencia en sentido estricto. Esta generalización que parecía evidente en tiempos antiguos tuvo que ser corregida en tiempos modernos agregando otra circunstancia para que ocurra el fenómeno. ‖El agua hierve a 100°C siempre y cuando se encuentre a la presión atmosférica‖. Tuvo que estuiarse todo el fenómeno de la presión en los gases y el comportamiento del aire en la atmósfera para llegar a esta nueva conclusión.

Desde la aparición de la ciencia experimental, la inducción, como método utilizado en la práctica científica, ha generado grandes controversias dentro de los filósofos. Así, en el siglo XVII ya lo encontramos planteado en las obras del filósofo escocés David Hume. Luego se han intentado diversas soluciones; todas ellas cuestionadas. Llegamos así, hasta 1931en que el gran filósofo y matemático Inglés, Bertrand Russel publica su obra —La perspectiva científica‖, donde manifiesta que *-La inducción sigue siendo un problema de Lógica no resuelto"*. Luego vinieron años de reflexión filosófica sobre el tema, y en 1934 Karl Popper, publica su obra *-Lógica de la investigación Científica"*, donde anuncia haber resuelto el problema de la inducción, dándole un carácter racional a la ciencia a través de un nuevo método de investigación científica que él denominó: *-Hipotético Deductivo"* (se expondrá más adelante). Pero resulta que la ciencia avanza, y el mismo Popper se ve cuestionado nuevamente por las nuevas corrientes filosóficas de la ciencia del siglo XX.

En resumen: el problema de la inducción, ha podido cambiar de forma a lo largo del tiempo, pero sigue siendo un problema que inquieta a científicos y filósofos de nuestro tiempo, y lo peor, que sigue cuestionado a la propia ciencia. Pasaremos a detallar el problema con mayor amplitud.

11.2. Definiciones previas respecto a la inducción

Para mejor entender, debemos clarificar que se entiende por inducción tratando de definirla. Ofreceremos a continuación una serie de propuestas de definición.

a. ***La inducción es un argumento no demostrativo en que la verdad de las premisas, aunque no entrañe la verdad de la conclusión, constituye una buena razón para creerla.***
Considerado de este modo, sería un método para obtener creencias justificadas, pero no para obtener conocimiento si éste es definido como la creencia justificada de -X‖ sí y sólo sí -X‖ es verdadero. Esta definición implica que no es un método de la lógica deductiva.

b.- ***La inducción es el razonamiento desde lo conocido a lo desconocido que incluye el paso del pasado al futuro.***
Esta definición implica comprender, que se entiende por -razonamiento‖ y qué diferencia al razonamiento de cualquier otro método. También implica conocer el vínculo entre lo conocido y lo desconocido y que tal vínculo sea racional y conocido racionalmente. Ejemplo: Si alguien afirma: -El cielo está nublado, más tarde lloverá‖ y efectivamente se produce la lluvia, habrá pasado de la proposición —El cielo está nublado‖ que enuncia un hecho conocido a la proposición -Mas tarde lloverá‖ que enuncia un hecho desconocido. Pero, ¿Qué vínculo racional une el hecho de que el cielo está nublado y que más tarde llueva? Pero si el enunciado es sólo un dicho, la proposición expuesta representa un razonamiento inductivo.

c.- ***Paso de lo particular a lo general o de lo particular a proposiciones más generales.***
La inducción espera poder generar conocimiento y el conocimiento es de lo verdadero. Ahora bien, conocidos los n-primeros x, podemos tratar de inducir lo que la veracidad en el caso $x_{n-1}...x_{n+n}$ pero ello es sólo un subconjunto de los x que pertenecen al conjunto X, por lo que si la inducción es correcta podremos extender nuestro conocimiento a todos los miembros de x, con ello resulta, que si bien el resultado no es universal, el resultado es universalizable, se extiende a todo elemento tal que ese elemento sea un x, esto es, que pertenezca al conjunto X.

11.3. Tipos de inducción

1) Inducción sumativa por enumeración completa, ya expuesta por Aristóteles, que es sólo la enumeración de todos los casos particulares que caen bajo la generalización. El universo de la inducción debe ser un conjunto finito y establece un universal restringido.

2) Inducción intuitiva o abstractiva que es la intuición de los primeros principios de un razonamiento. Considerar que ellos se obtienen por intuición directa sin necesidad de ulterior demostración, es adoptar una posición fundamentalista, su rechazo implica una recusión al infinito sin posibilidad de establecer unos principios absolutos.

3) Inducción incompleta problemática, llamada por Peirce ampliativa. Es el paso de casos particulares a casos generales. De la observación de series de hechos singulares, se generaliza el hecho como universal.

4) Inducción recursiva o matemática que se debe a Fermat. Si el primer miembro de la serie posee una propiedad y también la posee el sucesor de cualquier miembro que la posea, entonces todos los miembros de esa serie poseen la propiedad en cuestión.

11.4. Génesis del problema

Todo nuestro conocimiento empírico *empieza* por nuestras sensaciones. La sensación es el vínculo que nos relaciona con el mundo. Todo ser vivo entra en relación con *su* mundo mediante la sensación. En el curso de la evolución las diferentes especies se hacen más independientes del medio, lo cual exige cambios profundos en su aparato sensorial. A dicho aparato sensorial llegan los imputs primarios que nos permiten relacionarnos con el mundo. Un hombre cuyos sentidos careciesen de la capacidad de reaccionar, de ser estimulados por los imputs del mundo, sería un hombre sin relación con el mundo. Por ello, los sentidos deben su razón de ser a ofrecernos la información - el conocimiento- de lo que hay "fuera de mí".

Pero si ello es así, parece claro ***que lo que se percibe es siempre el hecho individual, no el hecho general y sólo con las percepciones, jamás podría conocer nada que posea un carácter general, o nunca podría conocer ley alguna explicativa universal o ley causal alguna***. Para ello es preciso el uso de la lógica, pero la lógica deductiva no sirve para esta tarea: Pasa de un hecho general a su implicación particular y lo que se precisa es partir de los hechos particulares para alcanzar los generales. Platón entendió correctamente que los sentidos sólo captan lo individual y mudable y dado que el verdadero conocimiento es lo general- universal- no podemos - sólo con los sentidos- alcanzar el verdadero conocimiento.

Heráclito señaló que el mundo es un continuo cambio, pero lo permanente debe ser inferido de lo mudable. Nuestra sensación, nuestra experiencia, ofrece a nuestro cerebro múltiples imágenes cambiantes, pero de ellas el hombre aspira a conocer lo inmutable, lo general. Para ello, fracasada la lógica deductiva sólo puede recurrirse a la inducción. De premisas verdaderas, en una deducción correcta, la conclusión siempre es verdadera o dicho de otra forma, un argumento deductivo es correcto sí y sólo sí no es posible que de premisas verdaderas se siga una conclusión falsa. Pero ello no es posible afirmarlo en la inducción: De premisas verdaderas se pueden seguir conclusiones falsas. Pero entonces ¿Debemos renunciar a cualquier conocimiento general? O por el contrario ¿Debemos aspirar a que todo

conocimiento universal sea independiente de nuestro contacto con el mundo? Si ello es así, hemos de renunciar a hablar sobre el mundo, renunciar a la ciencia, renunciar al sentido común.

11.4.1. Planteamiento de Hume

En *Investigación sobre el entendimiento humano* (EHU), §4.1.20-27, §4.2.28-33.,Hume articuló su tesis de que todo el razonamiento humano pertenece a dos clases, *Relaciones de ideas* y *hechos*. Mientras que las primeras involucran conceptos abstractos como las matemáticas y están gobernadas por las certezas deductivas, los segundos comportan la experiencia empírica donde todos los razonamientos son inductivos. Dado que de acuerdo con Hume no podemos conocer nada de la naturaleza con anterioridad a la experimentación, incluso un hombre racional sin experiencia *«no podría haber inferido de la transparencia y la fluidez del agua que sofocaría su sed, o a partir de la luz y el calor del fuego que le consumiría.* Así que todo lo que podemos decir, pensar o predecir de la naturaleza debe venir de la experiencia previa, lo que lleva a la necesidad de la inducción.

La inferencia inductiva presupone que se puede confiar en los actos pasados como regla a partir de la que se puede predecir el futuro. Por ejemplo, si en el pasado ha llovido el 60% del tiempo cuando se dan unas condiciones atmosféricas determinadas, entonces en el futuro probablemente lloverá un 60% del tiempo si se dan las mismas condiciones. Pero aún queda el problema de cómo justificar tal inferencia, conocida como el *principio de inducción*. Hume sugirió dos posibles justificaciones, que sin embargo rechazó:

1. La primera justificación descansa en la suposición, tomada como una necesidad lógica, de que el futuro debe parecerse al pasado. Pero Hume puntualiza que podemos concebir un mundo caótico y errante en que el futuro no tiene nada que ver con el pasado – o un mundo como el nuestro hasta el presente, que llegado a un punto cambia totalmente. Así que nada hace que el principio de inducción sea una necesidad lógica.

2. La segunda justificación, más modesta, apela a los éxitos anteriores de la inducción – en el pasado ha funcionado en la mayoría de las ocasiones, así que probablemente seguirá haciéndolo en el futuro. Pero, como Hume comenta, esta justificación hace uso del razonamiento circular en un intento de justificar la inducción mediante la reiteración, lo que nos devuelve al punto de partida.

El notable filósofo del siglo XX Bertrand Russell, confirmó y elaboró el análisis de Hume del problema en su trabajo *Los problemas de la filosofía*, capítulo 6.

A pesar de la crítica de Hume a la inducción, sostuvo que era superior a la deducción en el reino del pensamiento empírico. Tal y como declara: *«esta operación de la mente, por la que podemos inferir los efectos de las causas y viceversa, es esencial para la subsistencia de todas las criaturas humanas, es probable que pueda confiarse más en ella que en las falacias de la deducción de nuestra razón, que es lenta en sus operaciones; nos aparece en los primeros años de la infancia; y como mucho es, en cualquier edad y periodo de la vida humana, extremadamente proclive al error».*

Hume publicó su estudio sobre la inducción en el *Treatise*, relacionándola con el problema de la causalidad e indicando que de nuestra experiencia sensible no se sigue ninguna conexión necesaria. Hume nos indica que de la observación de n cisnes, tal que todos ellos sean blancos no podemos inferir la conclusión de que todos los cisnes son blancos y ello porque no podemos hallar una conexión *necesaria* tal que permita expresar dicha proposición. Más aún, sabemos por la experiencia, que existen cisnes negros, por lo que la conclusión no se deriva de ninguna regla de inferencia válida.

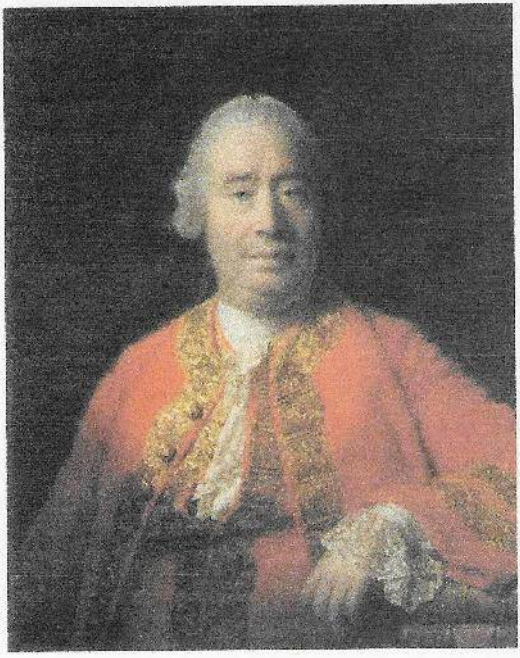
Lo que Hume insiste es que *de nuestra experiencia* no se sigue ninguna conexión necesaria según la cual, despues de observar n veces que x es B, podamos realizar la generalización "Todo x es B".

Pero, posteriormente, Hume confiesa que el hombre común usa a diario tal inferencia. Entonces se plantea por la razón de ello. Tal es el *problema psicológico*. Su respuesta es que ello es consecuencia de un hábito: la observación de series repetidas de acontecimientos le lleva a pensar en su regularidad pasada y en su regularidad futura.

Pero ello posee una implicación interesante. Tal es el supuesto de la *regularidad de la naturaleza*. Tal supuesto subyace en la mente del hombre y justifica pensar que si "siempre ha sido así en el pasado, seguirá siendo así en el futuro". Hay diversos argumentos para sugerir la eficacia explicativa de esta hipótesis, pero considero que el argumento más poderoso es que tal visión posee un marcado matiz cultural. Por ello, hallando contraejemplos, podremos argumentar sobre el carácter social del hábito.

Una de las creencias más arraigadas es que cada día, por la mañana se saldrá el sol. Es cierto que el sol no 'sale', que su aparición es consecuencia del movimiento planetario, pero es una creencia que parece tan universal que parece ligarse a la naturaleza humana. Tal hecho exige la uniformidad del espacio- tiempo. Pero eso es precisamente lo que negaba la cultura azteca cuando suponía que el sol precisaba la sangre de los guerreros más esforzados para volver a aparecer en el amanecer. Más aún, negaban la uniformidad temporal al suponer que cada cincuenta y dos años el sol podía perecer. Ello se unía a la leyenda de los cuatro soles, con un periodo intermedio en el cual *el sol no salía*. Vemos como ha existido por lo menos una cultura que ha negado la unformidad del espacio- tiempo, ha negado la condición necesaria para suponer que el sol saldrá cada mañana. Y ello nos lleva a la necesidad de aceptar que tal suposición es puramente contingente en el hombre. El hombre no realiza necesariamente la inducción, pero existe un hábito tal que le lleva a practicarla.

La inducción, tal como la presenta Hume, es una *enumeración* de clases naturales y como tal, la mayoría de los autores posteriores que han tratado el tema, niega su validez. Pero, en tales condiciones ¿Cómo es posible la ciencia? ¿Cómo es posible la racionalidad del sentido común? ¿No nos vemos condenados a la irracionalidad?
De ahí que Hume haya sido tildado de escéptico, pero sea cual sea el epíteto dado para el autor lo innegable es que planteó un reto importante a la filosofía. Más aún, al discutir el problema de la conexión necesaria, planteó y negó la causalidad.



David Hume (1711 – 1776) filósofo, economista e historiador escocés. Constituye una de las figuras más importantes de la filosofía occidental y uno de los filosofos más representativos del empirismo anglosajón. Su filosofía la expone en sus obras: *-Tratado de la naturaleza humana"* y *-Investigación sobre el entendimiento humano"*.

Afirmaba 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.

Fue el primero en plantear el problema de cómo justificar el *principio de inducción,* el cual rechaza por carecer de necesidad lógica.

Desde su época hasta la fecha el problema de la inducción sigue en tela de juicio.

11.5. ¿Es posible justificar la inducción?

Se ha sugerido que el problema de la inducción estriba en querer hallar las condiciones tales que cumpla las mismas condiciones que la lógica deductiva. Parece ser que el problema de la inducción es cómo poder justificar las conclusiones a partir de las premisas dadas. En tal sentido podemos incluir un texto de Peirce:

"*Con abrumadora uniformidad, en nuestra experiencia pasada, directa o indirecta, las piedras dejadas caer libremente han caído. Sobre lo cual sólo dos hipótesis se abren ante nosotros. O bien, la uniformidad con que han caído esas piedras se debe a la pura casualidad y no proporciona el más ligero fundamento para esperar que caiga la próxima piedra que solemos; o bien, la uniformidad con que las piedras han caído se debe a un principio general activo, en cuyo caso sería pura coincidencia que cesará de actuar en el momento en que mi predicción se basará en él.*

Las piedras caen, pero ¿Cómo justificar la esperanza de que la próxima piedra que soltemos también caerá? Afirmar que la próxima vez que yo suelte una piedra ésta caerá implica que yo sé que si suelto la piedra, ella caerá. Y este saber, conocer, se entiende como "Yo tengo una creencia justificada de que si suelto la piedra, ella caerá" y "Es verdadero que la piedra cuando la suelto, cae". Es decir, lleva implícitas dos cuestiones, la de la justificación de la creencia y la de la verificación de ésta. Con todo, la verificación sólo verifica el caso particular, por lo que, como tal, no es un medio de justificar el enunciado general. Más aún, es posible concebir que las piedras, al ser soltadas, no caigan, tal como sucedería en un medio libre de gravedad. Ello quiere decir que es posible concebir algún mundo posible donde tal enunciado no es

verdadero, por lo que, la proposición no es necesariamente verdadera y en consecuencia, no es una proposición analítica y dado que no parece probable que existan proposiciones sintéticas a priori, entonces hemos de preguntarnos sobre qué es lo que permite justificar el método inductivo como medio de creencia racional.

La propuesta de Peirce, aparentemente es una defensa incuestionable de la inducción. Peirce nos dice:

a) Nuestra experiencia muestra que al soltar una piedra, ésta caerá hacia la tierra (salvo que nos hallemos es un punto de gravedad cero)
b) Como ello siempre ha sucedido. O bien hay una ley causal que obligue al suceso, o bien ello ha sucedido al azar.
c) Pero la probabilidad de que sea causada por azar es muy baja. Luego, de tal experiencia hemos de inferir una ley causal.

Si la comparamos con la propuesta de Goodman. Tenemos la proposición "Todas las esmeraldas son verdes". Observamos muchas de ellas y todas son verdes. Pero supongamos que las observaciones posteriores a un tiempo futuro -t‖ mostrase que todas las esmeraldas observadas eran azules. La situación antes de —t‖ permitiría inferir que "todas las esmeraldas son verdes" y la situación después de -t‖ permitiría inferir "todas las esmeraldas son no verdes".

Tal problema es el problema de la proyección: al realizar una generalización estamos realizando una proyección hacia el futuro pero es posible que, después de un tiempo t, tal generalización no se cumpla, es posible que la próxima observación ya sea después de t. No existe una base para justificar la inducción. Naturalmente la información previa es importante y puede ser sugestiva. Pero ¿Cuántas observaciones son necesarias para poder inferir que el predicado Q es verdadero, o más claro ¿Cuál es el mínimo número de observaciones que nos permiten afirmar con plena justificación que "Todas las esmeraldas son verdes?" Aún peor, si el término 'verde' lo descomponemos en V_1=verde claro; V_2 =verde obscuro y V_3 =verde azulado ¿Qué sentido tiene la proposición "Todas las esmeraldas son verdes?" Ya que cada uno de los predicados 'V' no es mutuamente excluyente, el término resulta ambiguo y si cada predicado 'V' se considera mutuamente excluyente, la proposición es falsa.

El verdadero problema radica en exigir a la inducción las mismas propiedades que a la deducción. Mientras ésta, de premisas verdaderas obtiene conclusiones verdaderas, la inducción de premisas verdaderas puede obtener conclusiones probables o conclusiones falsas. No podemos aspirar a la certeza, sólo a que nuestra conclusión sea probablemente cierta. No sabemos cuando llega el tiempo t en que las esmeraldas serán azules, pero mientras podamos decir "Esta piedra que es verde, posee las propiedades de dureza, brillo, etc. que nos permiten clasificarla dentro del conjunto "esmeralda", las esmeraldas son verdes". Nuestro objetivo cognitivo es de carácter instrumental, es de utilidad para la acción y como dice W.James, mientras nos sirva hemos de utilizarlo.

Hay que construir una lógica inductiva. Es una lógica probabilística. Aquí se presenta un nuevo problema. En estadística matemática se puede estudiar una serie de sucesos m tal que representen el total de la población. Para ello se realiza un muestreo al azar y de ahí se obtienen los elementos que, con un error muestral estimado, representan la población, la cual,

de acuerdo a la ley de los grandes números, debe ser infinita. En estas condiciones el análisis de frecuencias para la inducción por enumeración (inducción incompleta problemática), sería del tipo:

(1) La proporción de los A que son B es q

(2) Luego, con la probabilidad q, A es un B

Ahora bien, para que tenga algún sentido, el valor de q ha de ser finito, por lo que la clase de los A debe ser finita, esto es, de una serie n de sucesos de la clase A, tomamos una serie de m sucesos (m<n), esto es un subconjunto del conjunto de posibles observaciones. Tal subconjunto debe ser elegido puramente al azar. Vemos que con estos supuestos es muy difícil someter la inducción ampliativa a las leyes de frecuencia estadística.

Salmon y otros autores, han propuesto que las frecuencias entendidas como F= m/n, tienden a estabilizarse alrededor de ciertos valores, que estarían en torno a la desviación estandart y que implicarían la probabilidad de que los A fuesen B con un determinado riesgo, previamente aceptado. La cuestión con todo es más compleja: Primero ¿Cómo saber a priori el valor de m, esto es, el valor del número de observaciones necesarias para que la frecuencia se estabilice? Pero, además, esta fórmula implica que las observaciones anteriores cuentan y que existe una relación entre A y B, pero precisamente eso es lo que buscamos con la inducción.

El valor del límite entre sucesos independientes es 1/k, donde k es el número de predicados mutuamente excluyentes, Vgr los tres indicados para el predicado "verdor" en el caso de las esmeraldas. Pongamos un ejemplo: Al lanzar una moneda al aire puede salir "cara" o puede salir "cruz", ambos son predicados mutuamente excluyentes, por lo que la frecuencia de cualquiera de ellos es 1/k=1/2=0.5. Hacemos 20 lanzamientos. Si los resultados son causados sólo por el azar, esperamos 10 caras y 10 cruces. Supongamos que se obtienen 15 caras, la frecuencia es de 0.75. Imaginemos que hacemos una nueva serie de 100 lanzamientos y se obtiene 45 veces cara, la frecuencia es de 0.45. En ambos casos se desvía del valor teórico.
¿Cómo justificar inductivamente ambos resultados?

Hempel dice que siempre es posible hallar una función y=f(x) que explique los resultados, pero también es posible hallar otra función explicativa, tal que y=f'(x)
Si f y f' no son iguales ¿Qué criterio debe guiarnos para elegir una u otra función?
Una solución instrumental es aceptar los resultados que más se acercan al límite esperable a priori y aceptar los resultados con un margen de error calculable.

Si aceptamos la propuesta de límite sobre la base de 1/k y las observaciones están cerca, es decir, en el intervalo del límite más/menos el intervalo de riesgo, diremos que con un riesgo determinado, se acepta que el suceso es obra sólo del azar. Si por el contrario el valor hallado se aleja mucho del límite 1/k, implicaremos a factores diferentes del azar. Cuán cerca o lejos puede ser precisado en función (a) del número de sucesos observados y (b) del nivel de riesgo que estemos dispuestos a aceptar, el cual dependerá del valor que tal conocimiento tenga para el sujeto. Si el valor para el sujeto es escaso, podrá aceptar un amplio riesgo de error pero si el

valor para el sujeto es grande o incluso vital, el riesgo aceptable será mucho menor. La subjetividad entra en escena en el momento de la decisión, pero no en el de la justificación.

Un aspecto interesante de la lógica inductiva, es el uso de la lógica bayesiana. Mientras que en la propuesta anterior, cada suceso es independiente del otro y nada impide pensar que, aunque en las 55 primeros lanzamientos salga cruz, deba salir cruz en los 45 restantes, en el caso de la lógica bayesiana, se supone que hay conexión entre sucesos.

Con todo, como hemos visto antes, es posible reducir el conocimiento inductivo a la lógica deductiva, coincidiendo con ello con el pensar de Hempel, por lo que la existencia del problema, aún reconociéndolo, no debe paralizar el curso de nuestra acción.

11.6. Se vuelve a plantear el problema

El problema de la inducción se puede plantear de tres maneras. Una de ellas es tribial. Es la relación que dice que *-a"* cree en la inducción (*i*). Tal relación está por encima de cualquier discusión, pues ello justifica el uso de la inducción por el sentido común. Su importancia radica, por ser la formulación del *problema psicológico de la inducción*, tal como lo presentó Hume. El segundo planteamiento corresponde al *problema lógico* de la inducción, esto es *-a"* cree justificadamente en la inducción. La tercera relación se plantea de la siguiente manera, *-a"* sabe todo lo que se precisa para validar la inducción. Nos centraremos en el segundo planteamiento, esto es **¿Cómo un sujeto *a* puede tener justificadamente la creencia de la inducción?, *problema lógico*** que podemos formular de una manera simple:

PL ¿Qué razones puede tener un sujeto cualquiera *a* para creer justificadamente en la inducción?

Ello se resuelve, a su vez, en dos problemas:

PL_1. Dada una secuencia de observaciones n tal que para todo n_1, n_2,..., n_n ¿Qué razones posee el sujeto *a* para esperar que tal secuencia se prolongará en el futuro?

PL_2. Dado una serie como la anterior ¿Cuál es el valor de n tal que pueda justificar la creencia que la secuencia continuará?

Es decir, por PL_1 planteamos las razones por las que es posible justificar la inducción, mientras que por PL_2 nos planteamos cuántas observaciones son necesarias para aceptar las conclusiones de PL_1.

11.7. Diversas propuestas al problema de la inducción

11.7.1. La propuesta de Russell

Para Russell existe el problema de *justificar* la inducción y en el capítulo 6 de su libro *Los problemas de la filosofía*, él se pregunta si un número de casos que se han cumplido en el pasado garantizan su cumplimiento futuro. Ello le lleva a establecer dos cuestiones: (a) las experiencias pasadas son fuente de nuestras esperanzas futuras y (b) ¿Cómo justificar tales esperanzas? Su argumento se basa en sugerir que a medida que se repiten los mismos casos,

la presentación futura es más probable. Este argumento tiende a substituir la justificación de la inducción por la justificación de la probabilidad.

La probabilidad posee un rango entre 0 y 1.Pero a su vez, probabilidad puede entenderse como el número de n en un total de m, esto es n/m o lo que es igual, a frecuencias. Si lanzamos al aire una moneda bien equilibrada, la probabilidad de que salga cara es de 1/2. Si después de 10 lanzamientos en los que en 8 de ellos hemos obtenido cara y antes de hacer el nuevo lanzamiento, podemos recopilar:

a) La frecuencia de 'caras' obtenidas es de 0,8 y la frecuencia de 'cruces' es de 0,2.
b) La probabilidad que en el nuevo lanzamiento tengamos 'cara' es de 1/2.

Como cada lanzamiento es independiente del anterior, la probabilidad se mantiene. Diferente sería el caso de que tuviesemos 20 bolas negras y 20 bolas blancas, realizamos extracciones y *la bola extraida no se repone en la bolsa*. En tales condiciones poseemos una probabilidad ligada. Ello no es así en el caso de n observaciones de A, pues cada observación es *independiente* de la anterior.

Russell posteriormente escribe su *Human Knowledge* donde discute la relación de la inducción y la probabilidad. Intenta darle una respuesta matemática, pero ello exige que exista una relación o una probabilidad condicionada. Con ello no acierta a comprender la crítica de Hume: Nada empíricamente muestra que exista una condición necesaria, estamos ante una probabilidad independiente. La posibilidad de que se dé A o que se dé ¬ A es de 0,5 *en todos y cada uno de los casos* en que puede darse A o ¬ A, de manera exclusiva y excluyente. Su análisis lo basa en el ejemplo de las bolas blancas o negras, pero sin retornar la bola al saco. Con ello Russell crea unas condiciones artificiales que no se dan en la inducción. Puede ofrecer su respuesta probabilística pero no nos responde a la cuestión inductiva.

11.7.2. La propuesta de Hempel

Hempel niega la justificación de la inducción. Considera que los razonamientos inductivos suponen la uniformidad de la naturaleza que, usandolo como premisa mayor, convierte los razonamientos inductivos en deductivos o 'casi-deductivos', pero ello se debe a una serie de inconsistencias inductivas que se cuida de señalar. La consecuencia es que la inferencia inductiva no se presta-según Hempel-a establecer en forma categórica una conclusión aunque se sepa o se admita que las premisas son enunciados verdaderos.

Hempel retoma el argumento de relacionar la inducción con la probabilidad, pero considera que no se trata de una probabilidad estadística: se trata de la probabilidad de unos enunciados, no de unas clases de acontecimientos, el autor se refiere como probabilidad a la credibilidad racional, dando de un conocimiento x en un tiempo t. La propuesta de Hempel, inscrita en el marco de la filosofía de la ciencia, busca la *credibilidad racional*, esto es, su objetivo es muy débil.

Vemos, pues, que se produce un desplazamiento de la propuesta de Hume de buscar la justificación para la inducción del sentido común a la búsqueda de una justificación tal que permita el uso de la inducción en la filosofía y en la ciencia. Con todo, la cuestión es saber qué tipo de inducción debe o puede emplear la filosofía.

El problema de asociar inducción y probabilidad se ha de entender así: *Si la probabilidad de que suceda A es independiente en cada ocasión, su probabilidad no se incrementa por más que se repitan los casos en que el suceso es A, por el contrario, su probabilidad sigue siendo la misma en todas y cada una de las ocasiones. Si la probabilidad de que suceda A se puede explicar en forma probabilística, entonces la probabilidad de A se liga y es necesario demostrar que tal ligazón o es estadística o necesaria.* Si la ligazón es estadística, su demostración es una petición de principio, si es inductiva, su demostración es circular. Así, en ningún caso es posible demostrar que la probabilidad de A es una probabilidad ligada y por ello, siendo la probabilidad de A independiente, ésta se mantiene constante cualquiera que sea el número de casos considerados.

11.7.3. La propuesta de Popper

En su obra: -*La Lógica de la investigación científica"* K.Popper plantea el problema de la inducción en estos términos:

> *"De acuerdo con una tesis que tiene gran aceptación, las ciencias empíricas pueden caracterizarse por el hecho de que emplean los llamados "métodos inductivos": según esta tesis, la lógica de la investigación científica sería idéntica a la lógica inductiva, es decir, al análisis lógico de tales métodos inductivos.*
> *Es corriente llamar inductiva a una inferencia cuando pasa de enunciados singulares, tales como descripciones de los resultados de observaciones o experimentos, a enunciados universales, tales como hipótesis o teorías.*
> *Ahora bien desde un punto de vista lógico dista mucho de ser obvio que estemos justificados al inferir enunciados universales partiendo de enunciados particulares, por elevado que sea su número; pues cualquier conclusión que saquemos de este modo corre siempre el riesgo de resultar un día falso.*
> *Se conoce con el nombre de problema de la inducción la cuestión acerca de si están justificadas las inferencias inductivas, o de bajo qué condiciones lo están.*
> *El problema de la inducción puede formularse, asimismo, como la cuestión de cómo establecer la verdad de los enunciados universales basados en la experiencia- como son las hipótesis y los sistemas teóricos de las ciencias empíricas-[...], pues todo informe que se presente de la experiencia no puede ser un enunciado universal[...] y estos enunciados están basados en inferencias inductivas. Así pues la pregunta de que si hay leyes naturales cuya verdad nos conste viene a ser otro modo de preguntar si las inferencias inductivas están justificadas lógicamente [...].*

La propuesta de Popper es salvar la racionalidad de la ciencia. Su punto de referencia es Hume y considera que, si no se consigue justificar la inducción, la ciencia es imposible, más aún, el pensamiento racional se derrumba. Es cierto que su punto de partida es la racionalidad, pero rápidamente se desliza hacia la racionalidad epistémica. En su obra *Objective Knowledge*, especialmente en el Capítulo I que titula "El conocimiento conjetural. Mi solución al problema de la inducción" da por concluida la discusión con estas palabras:

"Sin duda puedo estar errado, pero creo que he resuelto un problema filosófico importante: el problema de la inducción"

Para ello empieza analizando los textos de Hume, considera que debemos separar dos problemas. Existe- dice- un problema lógico y existe además, un problema psicológico. Popper caracteriza el problema tradicional de la inducción (Tr), tal como: ***¿Cómo se puede justificar que el futuro será como el pasado? ¿Cómo se pueden justificar las inferencias inductivas?***

Siguiendo a Hume destaca la existencia de dos problemas diferentes, el problema lógico, HL, y el problema psicológico, HP. El primero gira sobre la *justificación* del razonamiento inductivo. El segundo, sobre las razones por las cuales los seres humanos usamos la inducción. Es interesante considerar que la inducción permite a los animales no humanos la supervivencia y exige la suposición de la uniformidad del continuo espacio-tiempo. Es decir, pese a no saber- hasta ahora- cómo se puede justificar la inducción, el hecho es que cumple un papel biológico de primer orden. Si ante una señal, un ruido, el venado no intuye- por inducción- la presencia de un león y el venado yerra en su creencia, el venado puede morir. Así entendido, el conocimiento, se desarrolla en el curso de la evolución. Pero, justificada o no, la inducción juega un papel fundamental en la supervivencia animal.

La inducción se inicia en los sentidos. Es con el empirismo que se plantea la necesidad de justificar la inducción. Usada desde Platón y ampliamente conocida por la escolástica, pero hemos de esperar a Hume para que plantee su justificación. Y ello mediante dos problemas, tal como descubre Popper:
HL ¿Está justificado el razonar partiendo de casos observados repetidamente y que hemos experimentado, para llegar a otros casos que no hemos experimentado?
HPs ¿Por qué las personas que piensan racionalmente esperan y creen que los casos que no han experimentado estarán de acuerdo con áquellos que han experimentado?
Hume responde al primero negativamente y al segundo-conforme a su psicología-lo atribuye a la costumbre, al hábito.

Es importante considerar que HL admite dos clases de respuestas. Por un lado, decir que está justificado, lo cual, por un lado disolvería HP y por otro justificaría la inducción del sentido común y de la ciencia. Por otra parte, cabe responder negativamente y con ello, según Hume, caemos en la irracionalidad. Pero según Popper, ello no es inevitable. Su objetivo es *salvar la racionalidad.* Popper es un filósofo de la ciencia. Su leit motif es la posibilidad y la metodología científica, por lo que el problema de la inducción no puede ser obviado. Popper se inscribe, bien que de una forma periférica, en el Círculo de Viena. Dada la postura positivista de dicho Círculo, era vital poder justificar el razonamiento inductivo. Lo conocido es conocido empíricamente, pero el objetivo es justificar las leyes universales. Carnap, Neurath y otros tratan de explicar la posibilidad del razonamiento científico. Lo harán desde el punto de vista del *verificacionalismo.* Popper rompe con esta línea y, pese a su relación con Neurath, se decanta por el *falsacionismo.*

Es difícil determinar si fue el falsacionalismo lo que le indujo a hallar su solución al problema de la inducción o, por el contrario, fue éste el que lo llevó al falsacionismo, pero uno y otro están intimamentes imbrincados. Según éste, las teorías científicas no son verificables pero, en cambio, son falsables.

El propósito de Popper es salvar la racionalidad de la ciencia. La ciencia parte de observaciones individuales, aisladas y aspira formular leyes explicativas de carácter general. Para ello debe utilizar la inducción, pero, desde Hume, sabemos que la inducción no está justificada racionalmente. En consecuencia la ciencia, al usar la inducción, utiliza un método carente de justificación racional lo que conlleva la carencia de tal justificación de la ciencia: La ciencia no es una actividad racional, es una actividad irracional. Tal es la naturaleza del desafío al que se enfrenta Popper y es preciso entender tal desafío para entender su respuesta y el porqué -a la luz de su respuesta- considera haber resuelto el problema de la inducción.

Debemos discutir la respuesta popperiana a la luz de la subdivisión de los dos problemas. El problema lógico lo reformula tal que se convierte en L1 y que se puede sintetizar como sigue: *¿Es posible justificar con razones empíricas la pretensión que una teoría universal explicativa sea verdadera?* Ello implica que, desde la experiencia ha de ser posible suponer la verdad de enunciados de comprobación o de enunciados de observación. Obsérvese que, desde el positivismo lógico, el problema era cómo verificar los enunciados observacionales y cómo pasar de ellos a las leyes explicativas universales que abarquen los casos no observados. Popper responde, con Hume, que ello no es posible. Bien, si ello no es posible ¿Qué hemos avanzado? Parece que nos hallamos en el mismo punto. Afirma que cualquiera que sea el número de enunciados de observación verdaderos, no se justifica la pretensión de hallar una teoría explicativa universal verdadera. Hasta aquí creo que Popper tiene razón, pese a que, con referencia a Hume ha realizado una sutil maniobra, tal como referirse a la inducción en la ciencia y substituir las observaciones por enunciados observacionales. Ello está justificado desde su propuesta de realismo. El problema es que, junto con el empirismo humeano, hemos de aceptar, ahora, el realismo popperiano.

Pero, pese a la apariencia, Popper considera que sí hemos avanzado. Por ello indica que HL equivale a L1 y L2, donde el segundo-dice-es una generalización del primero. La propuesta de L2 dice *¿Es posible justificar con razones empíricas el que una teoría universal explicativa sea verdadera o falsa?* La respuesta de Popper es que sí podemos pretender que, en tales condiciones, una teoría explicativa universal sea *falsa*. No podemos justificar la inducción pero podemos verificar la falseadad de un argumento inductivo. Con ello Popper está en condiciones para plantear su Teoría Falsacionista de la Ciencia.

Pero, entonces ¿Cuál es el avance? El avance estriba en desplazar el problema de la inducción del sentido común a la inducción científica. Con ello se llega a rebatir las creencias verificaciones de los enunciados observacionales y se mantiene la opción falsacionista; con dicha opción así justificada, la ciencia se convierte en un trabajo de generar teorías que deberán ser puestas a prueba para demostrar su falsedad. Dado que, según Popper, la respuesta falsacionista es lógicamente justificable, la ciencia, así entendida, es racionalmente justificable. Tal justificación tiene, con todo, un alto precio:
No es posible conocer la verdad, las diversas teorías cercan la verdad, y, dado que Popper cree que la ciencia avanza hacia la verdad, cada teoría que desplaza a la anterior es más verdadera. Con todo si la 'verdad' es incognoscible ¿Cómo saber que cada teoría es más verdadera que las otras? Es el problema platónico del *Menón*, problema que trata de resolver con su teoría 'del contenido de verdad', pero, para aplicarla, debe utilizar la inducción, pero, como ya él mismo ha afirmado, la inducción positiva carece de justificación, por lo que ¿Cómo justificar que una teoría posee más 'contenido de verdad' que otra teoría rival? A su vez, si ello no es posible

¿Cómo sabemos qué cosa es la verdad y cómo sabemos que no podemos conocer la verdad? Por lo menos, para la segunda parte del argumento *precisamos de la inducción*: De n veces que se haya podido falsar n teorías no se sigue *necesariamente* que todas las teorías sean falsables y ello es así porque no se sigue que tal inducción esté justificada.
Nos queda por discutir el problema psicológico (HPs) que considera que no podemos estar seguros de la inducción, salvo que sea por una actuación pragmática, que debe preferir para la acción la teoría más comprobada y -a su vez-considera que tales creencias son de caracter innato.

11.8. Justificaciones analíticas y versiones inductivas

Si la propuesta pragmática no parece alcanzar su fin, si la propuesta popperiana sólo es capaz de aceptar la solución de la negatividad y del problema psicológico-que no hemos tratado-si Hempel rechaza la validez de la inducción, parece que debiéramos rechazar la inducción como no justificada, rechazar que el hombre, en su práctica común, actúe con racionalidad al emplear la inducción o pensar que psicológicamente ve su postura reforzada, por la repetición de hechos equiprobables.

Se ha sugerido antes que los animales la usan y su error puede ser la muerte. Se ha sugerido que -en el curso de la evolución-la inducción puede ser necesaria o útil para la supervivencia. Pero al respecto se puede argumentar que en el curso de la evolución, cada especie intenta sobrevivir. Si lo consigue es gracias a que controla su medio y tal conquista podría inscribirse en las características de la especie. Pensar que la inducción se inscribe en el código genético es, quizá, excesivo. Cada gen controla la síntesis de aminoácidos y la posterior construcción protéica. Decir que la inducción se inscribe en el código genético es considerar que, dado que la inducción es un acto mental y que los actos mentales son productos de la mente, sería decir que ésta es un conjunto de proteínas cuya síntesis es regulada por el código genético. Dicho con más sencillez, es postular el carácter material de lo mental. Tal afirmación exige la aceptación de la causalidad, la cual no se puede demostrar sin la inducción, por lo que la ciencia puede afirmar correlaciones entre fenómenos físicos y actos mentales, pero no puede ligarlos en condiciones de causalidad.

Pero ¿Hemos realmente agotado el repertorio de vías de justificación de la inducción? ¿No es posible buscar otras líneas tal que, finalmente la inducción quede justificada y que, gracias a tal suceso, podamos establecer nexos causales entre eventos dotados de la 'propiedad causal' y eventos dotados de la 'propiedad efecto'?
Una línea posible es la denominada *justificación analítica* que, en forma esquemática, podemos formular así:
Los criterios inductivos dictaminan que una afirmación es probable, luego (por necesidad lógica) es probable.

Tal es **la postura de P.Edwards, S.Barker y P.F.Strawson.** La mayor crítica es que no es lo mismo decir 'la inducción es correcta' (criterio evaluativo) que mostrar por qué es correcta (criterio lógico). Edwards defiende que si el número de evaluaciones que son positivas es bastante grande y proceden de conjuntos de variadas circunstancias, entonces la inferencia obtenida es lógicamente probable. Obsérvese que hay un paralelismo entre la propuesta analítica y la propuesta de justificar el problema psicológico.

Barker -en su respuesta a las críticas de Salmon, indica que, para dicho autor, el conocimiento deductivo no es justificable, lo cual no lo convierte en irracional ya que las reglas de la lógica deductiva son tales que, partiendo de premisas verdaderas, es inconcebible que nos puedan llevar a conclusiones falsas, pero, en cambio, considera que ello no es aplicable a la inducción por enumeración simple. En este punto hemos de dar la razón a Barker en el sentido que Salmon no es capaz de hallar una justificación racional al *modus ponens*, pero lo acepta como un medio de alcanzar la verdad, partiendo de premisas verdaderas. Barker acepta como lógicamente posible que la inducción pueda tener menor éxito que algún otro modo de razonar, pero sabemos que con la práctica de la inducción podemos obtener mayor número de éxitos que con el uso de actitudes contra-inductivas, esto es, que las inferencias inductivas *probablemente poseen más éxito, a la larga*. Y aceptar ello implica que tenemos buenas razones para considerar como fiable la inducción. Tal como se observa, más que tratar de responder al problema lógico -pese a implicar la inducción con la lógica deductiva- lo que realiza es intentar responder al problema psicológico: ¿Por qué debemos preferir las razones probables a las razones improbables? Tal lo compara a ¿Por qué hemos de admirar la belleza? Pero, mientras la belleza es una apreciación 'valorativa', la probabilidad matemática, como hemos visto, no lo es. ¿Por qué hemos de preferir las acciones morales a las inmorales? No creo que la pregunta se pueda responder en los mismos términos que la respuesta probabilística.

Una alternativa interesante es la introducida por Kyburg, en base a los trabajos de Feigl, de *vindicar* la inducción. De acuerdo con Feigl podemos intentar validar las reglas deductivas -y quizá las inductivas- pero no las fundamentales, pues ello sería contradictorio: la validación es por referencia a reglas más fundamentales. Pero si podemos vindicar dichas reglas fundamentales, esto es, buscar argumentos que muestren que estas reglas fundamentales cumplirán los propósitos que se supone que cumplen.

Trasladado esto a la inducción, podemos ser incapaces de validarla, pero podemos optar por vindicarla, esto es, buscar argumentos que muestren que es posible que cumpla los objetivos que esperamos que sea capaz de cumplir. Así, en forma intuitiva, vemos que la inducción se encuadra en la racionalidad y que es posible vindicar las esperanzas puestas en ella. Frente a ello Salmon indica que no basta el concepto de racionalidad para justificar la inducción e insiste en la teoría pragmática de relacionar las frecuencias de aciertos inductivos con la posibilidad del uso científico de la inducción.

La última línea de defensa de la inducción, propuestos por Braithwaite, en 1953 y por Black, en 1958 y que han sido acusados de circularidad, por lo que gran parte de su trabajo ha consistido en demostrar la no circularidad. Podríamos esquematizar la propuesta como:
La prueba de la validez de la inducción, para realizar inferencias verdaderas, viene dada por el hecho que estas mismas inferencias realizada en el pasado han mostrado ser verdaderas

La propuesta es circular-dicen-en el sentido que la conclusión de una justificación inductiva sobre la inducción es una premisa de la que se deriva la conclusión. La conclusión afirma la corrección de regla de inferencia gracias a lo que se alcanza. Braithwaite habla, entonces, de "circularidad efectiva" y la considera como no viciosa y en la misma línea, Black, habla de

"argumentos autoapoyados", intentemos esquematizar la propuesta de la justificación inductiva de la inducción:

a) Black dice que si en la mayoría de los casos de uso de **R** en argumentos inductivos con premisas verdaderas, examinados en una amplia variedad de condiciones, **R** ha tenido éxito, entonces *probablemente* en el próximo caso que encontremos el uso de **R** en un argumento con premisas verdaderas, **R** tendrá éxito. Para que se comprenda el valor de la propuesta hemos de conocer el valor de **R**.

R : Argüir a partir de la mayoría de los casos de A examinados en una amplia variedad de condiciones han sido B, que (probablemente) el próximo A que encontremos será B.

Para Braithware la propuesta procede de la argumentación de Peirce y la formula como sigue:
b) En cualquier momento *t*, más de la mitad de las hipótesis que se hayan asentado en virtud de P con anterioridad a *t* tendrán, al menos, estas dos propiedades: (1) No haber sido refutadas en ningún instante entre el momento de haber sido asentadas y *t*, y (2) haber quedado confirmadas empíricamente al menos una vez entre el momento de haber sido asentadas y *t*.

Es interesante que la propuesta hace intervenir el tiempo, lo cual podría ser usado para superar la objección de Goldman.A diferencia de Black, no se exige qc las premisas sean verdaderas, lo cual evita el gran problema de la verdad y a su vez emplea el doble criterio de confirmación y de no refutación, pero también nos dice que en ningún momento se obtiene una solución concluyente, sólo probable.

Con todo el enunciado ofrece un problema: El número de hipótesis asentadas mediante P ha de ser finito, pues de lo contrario no tiene sentido decir 'más de la mitad' ¿Cual es la mitad de un conjunto infinito de elementos? El autor se da cuenta y propone subtituir la expresión *'la mayoría'* por la expresión *'muchas'*, donde la primera equivale a 'más de la mitad'. Ello le lleva a una reformulación más elaborada:

g) En cualquier momento *t*, posterior a un momento dado, *t0*, y en cada intervalo temporal de una duración prefijada de años, *d*, situado en el intervalo (*t0, t*) es cierto que muchas hipótesis aceptadas en virtud de las normas P durante el intervalo de *d* años, tendrán la doble propiedad de, (1) No haber quedado refutadas empíricamente (salvo qur no haya hipótesis de esta clase) en ningún momento entre que se las hubiera asentado y *t*, y (2)haber quedado confirmadas empíricamente al menos una vez entre el momento de haber sido asentadas y *t*.
Parece ser que la propuesta es débil: la aceptación de P se basa en su no refutabilidad en un intervalo de tiempo limitado y su confirmación aunque sólo sea en una ocasión. Así -y fuera de los casos de la inducción- la hipótesis de Newton era válida en el intervalo entre su formulación y la formulación relativista, por no haber sido refutada *en un periodo de, d,* y por haber sido confirmada, al menos, una vez. Pero, refutada en un tiempo posterior, dejaría de ser válida. Tal ejemplo sirve para llevarnos a los límites de la regla inductiva. Pero el autor nos dice que ello no implica que sea irrazonable creer una norma asentada únicamente en la regla, pues puede ser razonable de otro modo. Pero entonces ¿Cómo debemos creer no racional cualquier proposición? Un contraejemplo puede mostrar la no-veracidad de la propuesta:

(a) Sea P "Todas las aves vuelan"

(b) Los pinguinos son aves

(c) Se concluye que los pingüinos vuelan

Pero se verifica que los pingüinos no vuelan. Por la regla P decimos, bien, los pingüinos no vuelan, pero no es razonable decir que las otras aves no vuelan, el avestruz es una ave, el avestruz vuela. Es cierto que no es verdad que todas las aves vuelan, pero podría ser razonable, por otra regla, que el avestruz vuele.

Creo que -en un número amplio-de las explicaciones propuestas, la inducción se resume en *probabilidad,* pero ya hemos comentado, más arriba, las falacias del razonamiento inductivo, por lo que, llegados a este punto, podríamos acabar con la siguiente propuesta:

Pese al uso continuado de la inducción, basada psicológicamente por la frecuencia de aciertos, los filósofos no han podido-hasta el momento presente-hallar una regla que justifique sus resultados, es decir, hallar la manera que se justifique que partiendo de premisas verdaderas, la inducción conduzca inedludiblemente a conclusiones verdaderas.
Dado que la inducción exige la uniformidad espacio-tiempo, dado que ello es una hipótesis metafísica no comprobable empíricamente, no es probable (o en forma más fuerte, es imposible) que pueda ser justificada nunca.

Lo anterior podría leerse como que estamos postulando la irracionalidad de la ciencia. Finalmente podemos diferenciar (a) La inducción del sentido común. Es una inducción lógicamente no justificada pero psicológicamente justificable. Se puede argüir que ello implica la irracionalidad de la conmducta humana, pero ello depende de lo que se considere 'racional'. Si se considera como tal el pensar según las reglas de la lógica, es trivial afirmar la irracionalidad humana, pero no creo que sea tal la única opción sobre la racionalidad. (b) La inducción científica. En el caso de la ciencia, ésta o es una ciencia formal-para las cuales no influye la inducción- o es una ciencia empírica. Pero la ciencia empírica *no usa* la racionalidad, usa la probabilidad. La postura científica sería que si tenemos un conjunto de observaciones $a_1 ... a_n$ tal que todas ellas son $b_1 ... b_n$, esto es, si pra todo a, a es un b en un conjunto finito de datos, la ciencia dirá que, con una probabilidad *Pa* ,b , para todo a futuro observable, será un b (donde, es el riesgo de que ello sea causado por el azar y b el riesgo que la selección de los datos no sea aleatoria). Es decir, la ciencia usa una racionalidad estadística y-en vez de la inducción-utiliza la probabilidad. Ello, por tanto no implica que, pese a rechazar la inducción, la ciencia deba considerarse irracional.

CAPÍTULO N°12

Determinismo e Indeterminismo en la ciencia

12.1. Introducción

En un sentido general, el determinismo sostiene que todo lo que ha habido, hay y habrá, y todo lo que ha sucedido, sucede y sucederá, está fijado de antemano, condicionado y establecido, no pudiendo haber ni suceder más que lo que está de antemano fijado, condicionado y establecido. La palabra determinismo tiene diferentes connotaciones. Sin embargo, el sentido que aquí nos interesa, es el sentido científico del término, entendido como un condicionamiento previo de todos los fenómenos del universo y que casi siempre se encuentra asociado a la idea de una causalidad que rige el universo entero; todo lo que sucede tiene una causa.En este sentido, ***el determinismo es la doctrina de la causación universal; lo único que dice es que todo acontecimiento tiene una causa***; ahora bien, no dice si la causa es mental o física, si es de naturaleza orgánica o inorgánica, la causa puede ser cualquier cosa. No es necesario que sepamos jamás cuáles son las causas de los acontecimientos; el determinismo sólo dice que todo acontecimiento tiene alguna causa de algún tipo, la encontremos o no y puede admitirse como aplicable a todos los acontecimientos del universo o aplicable solamente a una parte de la realidad. Kant, por ejemplo, afirmaba el determinismo en relación con el mundo de los fenómenos, pero no en relación con el mundo nouménico de la libertad.

Los deterministas radicales afirman que no solamente los fenómenos naturales, sino también las acciones humanas, están sometidas a un determinismo universal. Los motivos son considerados como causas eficientes, las cuales operan dentro de una trama causal rigurosa.

Las doctrinas deterministas están vinculadas a una concepción mecanicista del universo, el mecanicismo sostiene que toda la realidad o, cuando menos, toda la realidad natural, tiene una estructura comparable a la de una máquina, de modo que puede explicarse a base de modelos de máquinas. Una explicación es, en última instancia, una explicación de acuerdo con un —modelo mecánicol.

La idea intuitiva de determinismo puede resumirse diciendo que el mundo es como una película de cine: la fotografía o la escena que está proyectándose es el *presente*. Las partes de la película que ya se han proyectado constituyen el *pasado*. Y las que aún no se han proyectado constituyen el *futuro*. En la película, el futuro coexiste con el pasado; y el futuro está fijado, exactamente, en el mismo sentido que el pasado. Aunque el espectador no conozca el pasado, todo suceso futuro, sin excepción podría en principio conocerse con certeza, exactamente como el pasado, puesto que existe en el mismo sentido en el que existe el pasado. Es característico de todas las formas de la doctrina determinista que todo suceso en el mundo esté predeterminado: si hay un solo suceso (futuro) que no esté predeterminado, hay que rechazar el determinismo, y el indeterminismo es verdadero. Con respecto al determinismo

científico, esto significa que, si hubiera un solo suceso futuro en el mundo que no pudiera predecirse, en principio, por medio de cálculo basado en las leyes naturales y en los datos que conciernen al estado presente o pasado del mundo, entonces habría que rechazar el determinismo científico. Así, ***la idea fundamental del determinismo científico es que la estructura del mundo es tal que todo suceso futuro puede, en principio, ser calculado racionalmente de antemano sólo con que conozcamos las leyes de la naturaleza y el estado presente o pasado del mundo.*** Pero, si *todo* suceso ha de ser *predictible, tiene que ser predictible con cualquiera que sea el grado de precisión deseado.*

12.2. Antecedentes históricos del determinismo

En la antigüedad

Para los antiguos griegos, todos los fenómenos físicos, psíquicos, históricos, etc., están sometidos a una ley ineludible, que encadena irremediablemente no sólo al mundo corpóreo, sino también al mismo hombre. Esta fuerza inexorable es llamada por los griegos *ananké, moira, heimarmené, tyje*; entre los latinos *fatum* y entre nosotros se designa con los términos *hado, destino, fatalidad.* Dentro de la filosofía griega, quizá la concepción más destacada sea la estoica.

Los estoicos defienden una rigurosa concepción finalista. Si todas las cosas sin excepción han sido producidas por el principio divino inmanente, que es Logos, inteligencia y razón, todo es rigurosa y profundamente racional, todo es como la razón quiere que sea y como no puede dejar de querer que sea, todo es como debe ser y como está bien que sea, y el conjunto de todas las cosas es perfecto. Ante la obra del Artífice inmanente no se levanta ningún obstáculo ontológico, puesto que la materia misma es el vehículo de Dios, y así todo lo que existe tiene un significado preciso y está hecho en el mejor de los modos posibles. El todo es perfecto en sí: aunque cada cosa en sí misma considerada resulte imperfecta, posee su perfección en el designio del todo.

La providencia estoica no es más que el finalismo universal, en cuanto es aquello que hace que cada cosa se haga bien y de la mejor manera posible. Se trata de una providencia inmanente y no trascendente, que coincide con el Artífice inmanente, con el alma del mundo. Esta providencia se revela también como hado y como destino, como necesidad ineluctable. Los estoicos interpretaron este hado como la serie irreversible de las causas, como el orden natural y necesario de todas las cosas, como el lazo indisoluble que vincula todos los seres, como el *lógos* según el cual acontecen las cosas acontecidas, –las que suceden suceden, y las que sucederán sucederán–. Puesto que todo depende del *lógos* inmanente, todo es necesario, incluso el acontecimiento más insignificante.

En el contexto de este fatalismo, ¿cómo se salva la libertad del hombre? La verdadera libertad del sabio consiste en identificar sus propios deseos con los del destino, queriendo en unión del hado lo mismo que quiere el hado. Se trata de una libertad que reside en la aceptación racional del hado, que es racionalidad. El destino es el *lógos*, y por eso querer lo que quiere el destino es lo mismo que querer lo que quiere el *lógos*. La libertad, pues, es plantearse la vida en plena sintonía con el *lógos*.

Los estoicos también sostuvieron con certeza que todas las cosas dependen del sino y se sirvieron del siguiente ejemplo. Cuando un perro está atado a la parte posterior de un carro, si

quiere seguirlo, es arrastrado y lo sigue, haciendo por necesidad incluso aquello que hace por propia voluntad. En cambio, si no quiere seguirlo, de todas maneras se verá obligado a hacerlo. En realidad, lo mismo sucede también con los hombres. Aunque no quieran avanzar, se verán obligados a llegar en todo caso hasta donde haya sido establecido por el sino.

En la edad media

La filosofía medioeval como una eminentemente teológica, sostenía que todo cuanto acontece está ineludiblemente determinado por la voluntad de Dios. Esta determinación alcanza a los mismos actos del hombre, de modo que no queda lugar para la libertad. En general, para todos los filósofos y teólogos cristianos las leyes de la naturaleza son hipotéticamente necesarias. Por ello todos los fenómenos naturales suceden, por lo general, de un modo regular. Ahora bien, esto es así porque Dios lo ha determinado. La regularidad de las leyes naturales se funda en las propiedades o comportamiento de las cosas. Pero este comportamiento no es algo que pertenezca a la esencia sustancial de las cosas; es algo accidental; por lo mismo puede ser suspendido o modificado por el omnipotente poder divino.

En la edad moderna

Descartes y Newton desarrollan un determinismo mecanicista en los entes corpóreos, aunque por diferentes métodos. Para ellos todos los fenómenos naturales se explican por la extensión o la masa y el movimiento mecánico. Según Descartes, el movimiento existente en el Universo en un momento concreto es derivación del movimiento inicial, que Dios imprimió en el mundo después de haberlo creado. La cantidad de movimiento se mantiene constante en sus diversas manifestaciones, sostiene Newton. Este fue el mejor exponente de la llamada —mecánica clásica—. Sus leyes del movimiento revelan un mecanicismo a nivel del mundo corpóreo; todos los acontecimientos pueden reducirse al movimiento local de los entes corpóreos y de los átomos, y las fuerzas mecánicas, que los mueven, están sujetas a leyes cuantitativas invariables. Partiendo del mecanicismo cartesiano, pero negando la realidad pensante, los materialistas La Mettrie, Helvetius, y el barón d'Holbach sostuvieron un determinismo rígido universal. Los filósofos franceses de esta época creían en una conexión universal de todo cuanto existe en la naturaleza, sea en el dominio físico, sea en las ciencias morales. Cualquier acontecimiento es ligado por ellos a los acontecimientos precedentes en una cadena a partir de la cual cabe presumir el orden y la sucesión de las cosas.

12.3. El determinismo en los siglos XIX y XX

C. Bernard, considerado como el fundador de la biología científica, afirma que *"hay que admitir como axioma experimental que, tanto en los seres vivos como en los cuerpos brutos, las condiciones de todo fenómeno están determinadas de una manera absoluta... La negación de esta proposición no sería otra cosa que la negación de la ciencia misma"*. Con igual contundencia se expresa E. Goblot, para quien en la naturaleza no hay ni contingencia, ni capricho, ni milagro, ni libre albedrío; cada una de estas hipótesis arruina en nosotros la facultad de razonar sobre las cosas.

Sin embargo, de todas, la formulación más famosa del determinismo es la de **Pierre-Simon Laplace** (1749 - 1827) astrónomo, físico y matemático francés, un fiel creyente del determinismo causal.

Laplace en el –Prefacio‖ a su *Théorie analityque des probabilités* escribió:

> *Una inteligencia que conociera en un instante dado todas las fuerzas que animan a la naturaleza y la situación respectiva de los seres que la componen, si por otra parte fuese lo suficientemente capaz como para someter todos esos datos al análisis, en una misma fórmula llegaría a englobar los movimientos de los cuerpos más grandes del universo, así como los del átomo más ligero: nada sería incierto para ella, y el porvenir y el pasado estarían presentes ante sus ojos. El espíritu humano ofrece, en la perfección que ha sabido dar a la astronomía, un débil esbozo de dicha inteligencia (Laplace, M., Essai Philosophique sur les Probabilités, Paris, 1814, pp. 3-6)*

Este pasaje muestra que la doctrina determinista es posible únicamente a base de una completa racionalización de lo real, según la cual lo real es considerado como algo en principio enteramente ya dado. El determinismo implica la –eliminación del tiempo‖, por lo menos del tiempo en cuanto constituye la medida de procesos irreversibles.

Este determinismo laplaciano afirma que el estado del universo en un momento dado, futuro o pasado, está completamente determinado si su estado, su situación, es dado en algún momento, por ejemplo, el momento presente.

Uno de los argumentos más sencillos y plausibles en favor del determinismo es éste: S*iempre* podemos preguntar, de *todo* suceso, por qué ocurrió, y de toda pregunta tal de-por-qué, siempre podemos obtener, en principio, una respuesta que nos ilumine. Así, todo suceso es –causado‖; y esto parece significar que debe estar determinado, de antemano, por los sucesos que constituyen su causa.

Pierre-Simon Laplace (1749 - 1827)
Matemático y astrónomo francés que a los 24 años se le llamó "el Newton de Francia" por algunos de sus descubrimientos.
Hizo importantes aportes al análisis matemático, donde destaca sus famosas transformadas, en el cálculo de probabilidades y también incursionó en electricidad y magnetismo.
Entre 1799 y 1825 apareció su gran obra, "Traité du Mécanique Céleste", la cual "ofreció una completa solución al gran problema mecánico que presenta el sistema solar", apareció en cinco volúmenes, y fue publicado en París. En su segunda gran obra "Exposition du systeme du monde", París 1796, apareció su famosa "hipótesis nebular", cuyo origen él parece atribuir a Buffon.
Laplace, que era ateo, ***creía fuertemente en el determinismo causal,***

12.4. Tipos de determinismo

12.4.1. El determinismo científico

El **determinismo científico** es un paradigma científico que considera que a pesar de la complejidad del mundo y su impredictibilidad práctica, el mundo físico evoluciona en el tiempo según principios o reglas totalmente predeterminadas y el azar es sólo un efecto aparente.

Se deberá distinguir entre **determinismo** en su sentido más amplio, entendido como dimensión ontológica de las cosas, y **determinismo científico**, que se refiere más bien a la dimensión epistemológica de la ciencia basado en el principio de causalidad.
Aunque la Ciencia no ha definido nunca el principio de causalidad, se podría formular, más o menos, según lo que un científico clásico entendería por causalidad, de la siguiente manera: todo efecto tiene su causa determinante, y en esta relación de dependencia entre la causa y el efecto no caben ni el *azar* ni la discontinuidad, por ser de una simplicidad absoluta. La imagen de tal determinación está dada en las ecuaciones matemáticas, donde, dados ciertos valores y sus cálculos, todo sucede con carácter de necesidad.

Laplace creía que el mundo consistía en corpúsculos que actuaban unos sobre otros según la dinámica de Newton, y que un conocimiento completo y preciso del estado inicial del sistema del mundo en un instante del tiempo sería suficiente para deducir su estado en cualquier otro instante. (El –estado‖ de un sistema newtoniano está dado cuando están dadas las condiciones iniciales completas; es decir, las posiciones, masas, velocidades y direcciones del movimiento de todas sus partículas). Un conocimiento de este tipo es claramente sobrehumano. Por eso Laplace introdujo la ficción de un demonio: una inteligencia sobrehumana, capaz de averiguar el conjunto completo de las condiciones iniciales del sistema del mundo en cualquier instante del tiempo. Con la ayuda de esas condiciones iniciales y con las leyes de la naturaleza, es decir, las ecuaciones de la mecánica, el demonio sería capaz, según Laplace, de deducir todos los estados futuros del sistema del mundo; esto mostraría que, siempre que se conociesen las leyes de la naturaleza, el futuro del mundo estaría implícito en cualquier instante de su pasado; y así quedaría establecida la verdad del determinismo.

La idea general de determinismo puede explicarse, como hemos visto, con la ayuda de la metáfora de una película que muestra los estados sucesivos del mundo. Teniendo en cuenta esta metáfora, podríamos decir que el determinismo –científico‖ es consecuencia del intento de sustituir la vaga idea de conocimiento anticipado del futuro por la idea más precisa de *predictibilidad de acuerdo con los procedimientos científicos racionales de predicción*. Es decir, el determinismo afirma que el futuro puede *deducirse racionalmente* a partir de las condiciones iniciales pasadas o presentes en unión de teorías universales verdaderas.

Según esto, **el determinismo "científico" se podría definir como *la doctrina que dice que el estado de cualquier sistema físico cerrado en cualquier instante futuro dado puede ser predicho, incluso desde dentro del sistema, con cualquiera que sea el grado estipulado de precisión, mediante la deducción de la predicción a partir de teorías, en conjunción con condiciones iniciales cuyo grado de precisión requerido puede calcularse siempre (de acuerdo con el principio de poder dar razón) si la tarea de predicción es dada***. Si a esta definición de determinismo (definición débil) le añadimos el requisito de que pueda

predecirse, de cualquier estado dado, *si el sistema en cuestión estará alguna vez en ese estado o no*, nos encontramos ante la versión fuerte del determinismo científico.

12.4.2. El determinismo filosófico

El determinismo filosófico es la doctrina que afirma que también las decisiones humanas se hallan sometidas al determinismo universal, por lo que, igual que cualquier fenómeno de la naturaleza, ***la conducta humana obedece a leyes causales***. En principio una afirmación de esta índole parece negar la existencia del libre albedrío, o libertad humana, así como, a la inversa, la afirmación de que el hombre es libre en su decisión de poder actuar o no parece negar la validez universal del determinismo. Pueden, no obstante, formularse ambas cosas sin contradicción: la voluntad humana es libre y el determinismo físico es verdadero. Que todo suceso humano pueda predecirse no significa que todo acontezca en el hombre por coacción (o compulsión) interna o externa. Dejamos de ser libres sólo si obramos por imposición – coacción, compulsión u obligación– de otro o de alguna cosa o situación o condicionamiento, internos o externos. Por esto se dice que todo acto humano, aun siendo libre, es previsible y, por lo mismo, está determinado.

12.4.3. El determinismo psíquico

El determinismo psíquico postula que todo fenómeno psíquico tiene una causa y, por lo mismo, también la libre elección o decisión humana, en las que la causa es la fuerza del motivo más potente, o bien la situación interna psicológica determinada por todos los condicionamientos procedentes de la herencia, la biología, la educación, el temperamento y el carácter de la persona que decide o el inconsciente.

12.5. El argumento de la causalidad

Según este argumento, las relaciones causales son transitivas. Esto significa que para cualesquiera hechos, F, G y H, si F es la causa de G y G es la causa de H, entonces F es la causa de H. Para los defensores de este argumento, el hecho que es causa tiene lugar antes que el hecho que es efecto; y, como todo lo que ocurre de acuerdo a relaciones causales, es posible inferir el efecto a partir de la causa. El efecto tiene que producirse siempre y cuando exista su causa. Nada sucede sin causa. En el conjunto de hechos que se suceden, ordenados por la relación causal, no hay ni vacíos ni saltos. Además, cada uno de los hechos que se producen antes es la causa de cada uno de los que se producen después.

Supongamos que un cierto hecho F ocurre en el instante *t*. El hecho F tiene su causa en algún hecho F_1, que tiene lugar en el instante t_1 anterior a t. A su vez, el hecho F_1 tiene su causa en algún hecho F_2, que tiene lugar en el instante t_2, anterior a t. Puesto que de acuerdo con el principio de causalidad todo hecho tiene su causa en algún hecho anterior, este procedimiento puede ser repetido una y otra vez. Por lo tanto, obtenemos una secuencia finita de hechos que regresa indefinidamente.

... F_n, F_{n-1}, ..., F_2, F_1, F

porque los hechos tienen lugar en instantes siempre anteriores

... t_n, t_{n-1}, ..., t_2, t_1, t

En esta secuencia todo hecho anterior es la causa de todo hecho posterior, porque la relación causal es transitiva. Además, si el hecho F_n, que se produce en el instante t_n, es la causa del

hecho F que se produce en el instante t, entonces, de acuerdo con el principio de causalidad, en todo instante posterior a tn y anterior a t se producen hechos que son simultáneamente efectos del hecho F_n y causas del hecho F.

Como la secuencia de hechos que ocurren antes que F y que son las causas de ese hecho F es finita, en todo instante anterior a t –y, por tanto, en todo instante presente y pasado– ocurre algún hecho que es la causa de F. Si la causa existe o existió, todos los efectos de esta causa deben inevitablemente existir. Por lo tanto, es ya verdadero ahora y ha sido verdadero desde toda la eternidad lo que ahora ocurre. Es decir, si A es *b* en el instante *t*, es verdadero en todo instante anterior a *t* que A es *b* en el instante *t*; porque en todo instante anterior a *t* existen las causas de este hecho; y lo que vale para la línea pasado-presente, vale para la línea presente- futuro, pues lo que ocurre ahora es causa de otras cosas que tendrán lugar en el futuro; pero como todo lo que acontece de acuerdo con el principio de causalidad es necesario, lo que ocurra en el futuro es necesario; de donde se sigue que el futuro, al igual que el pasado, está determinado.

Según Lukasiewicz hay un error en este argumento, porque pueden existir secuencias causales infinitas que no han comenzado todavía y que pertenecen enteramente al futuro.

Por ejemplo, no es el caso que si —mañana a las cinco voy a beber cervezal, entonces la secuencia finita de causas de este hecho deba alcanzar el instante presente y todo instante pasado. Esta secuencia puede tener su límite inferior en un instante anterior al instante presente: un instante que, por lo tanto, no ha llegado todavía a pasar.

Consideremos el tiempo, argumenta Lukasiewicz, como una línea recta y establezcamos una correspondencia uno a uno entre un cierto intervalo de tiempo y el segmento (0,1) de esa línea. Supongamos que el instante presente corresponde al punto 0, que un cierto hecho futuro ocurre en el instante 1 (correspondiente al punto 1), y que las causas de este hecho ocurren en instantes –determinados por números reales mayores que ½. Esta secuencia de causas es infinita y no tiene comienzo, es decir, causa primera. Porque esta primera causa tendría que tener lugar en el instante correspondiente al menor número real mayor que ½, y ese número real no existe. En el conjunto de los números reales, y de modo similar en el conjunto ordenado de los números racionales, no hay dos números que se sucedan inmediatamente el uno al otro, es decir, tales que uno de ellos sea el –predecesor inmediato y otro el sucesor inmediato del otro; entre dos números cualesquiera hay siempre otro, y , en consecuencia, hay infinitos números entre cualesquiera dos de ellos. De acuerdo con el principio de causalidad, todo hecho de la secuencia sometida a consideración tiene su causa en algún hecho anterior. Aunque tiene un límite inferior en el instante ½, que es posterior al instante presente 0 y que no ha sido todavía alcanzado, la secuencia es infinita. Además, esta secuencia no puede rebasar su límite inferior y, por lo tanto, no puede regresar hasta el instante presente. Por tanto, el futuro no está determinado por el presente, y el determinismo es erróneo.

12.6. Einstein y el determinismo

Para el determinista el universo es un mecanismo que funciona de acuerdo a unas leyes inmutables. Una vez que el universo se pone a marchar no hay nada que pueda alterar este mecanismo. Todo está predeterminado. No hay nada que pueda interferir o violar las leyes de la naturaleza. Para Einstein todo el universo, incluso los seres humanos siguen unas leyes y

principios ya preestablecidos, ni la voluntad de Dios ni la de los hombres puede modificar el curso natural de los acontecimientos:

> *Todo está determinado, tanto el principio como el fin, por fuerzas sobre las cuales no tenemos ningún control. Está determinado para los insectos así como para las estrellas. Seres humanos, vegetales, o polvo cósmico, todos bailamos al son de una tonada misteriosa entonada en la distancia por un intérprete invisible.*

El determinismo de Einstein trae como consecuencia la negación del libre albedrío. Una concepción determinista del mundo no puede corresponderse con la idea de que el hombre es libre de escoger su destino. Para Einstein los seres humanos están tan causalmente determinados como el movimiento de las estrellas. El hombre no tiene libertad para escoger como va a sentir, pensar, como va a actuar. Su decisión ya está determinada de antemano por su constitución física y psicológica. No hay nada que pueda hacer para modificar su destino. Para Einstein simplemente no existe el libre albedrío:

> *En modo alguno creo en el libre albedrío en sentido filosófico. Todo el mundo actúa no sólo bajo compulsión externa sino también de acuerdo a una necesidad interna. Lo que Schopenhauer decía "un hombre puede hacer lo que desee pero no puede desear lo que quiera" ha sido para mí una verdadera inspiración desde mi juventud, un consuelo constante frente a las dificultades de mi vida tanto como la de los otros, ha sido una fuente incalculable de tolerancia.*

Muchos científicos encontraron en la física cuántica el derrumbe del determinismo científico. Para la física cuántica no hay certezas sólo probabilidades.Sin embargo, siendo aún el propio Einstein el que sentó las bases de la nueva física, nunca terminó de aceptarla, no podía concebir la idea de un universo sujeto a probabilidades, **"Dios no juega dados con el universo" decía. La solución que encontró fue la de buscar leyes causales que unifiquen las teorías de la Física.**

El *principio* de la relatividad sostiene que se sitúe donde quiera un observador en el universo, es decir, sea el que sea su marco de referencia, descubrirá que son las mismas leyes físicas las que actúan en todas las partes del universo. Esto significa que el principio se refiere a las leyes objetivas de la naturaleza y no ya a la percepción que el observador tenga de los fenómenos que contempla. La teoría de la relatividad *especial o restringida* afirma que las leyes de la naturaleza física son siempre idénticas para cualquier observador de las mismas cuyos *marcos de referencia* estén en movimiento uniforme, siempre que se dé una velocidad constante respecto a otro marco de referencia. La teoría de la *relatividad general* sostiene que las leyes de la naturaleza son siempre idénticas para cualquier observador, aunque no se encuentren en un movimiento uniforme y constante los unos con respecto a los otros; esta segunda teoría es una reformulación de las leyes de la gravitación universal de Newton.

Según Einstein, la ley de causa y efecto, imperante en la ciencia, es la que excluye una intervención divina en la marcha del universo. En efecto, *quien está convencido de que todos los acontecimientos del mundo se rigen por la ley de causalidad, no puede aceptar en modo alguno la idea de un ser que interviene en la marcha del mundo, a no ser que no tome realmente en serio la hipótesis de la causalidad.* Un Dios que premia o que castiga, un Dios que ayuda a aprobar una oposición, es inconcebible. El hombre obra de acuerdo con una

necesidad interna y externa regida por leyes. ¿Es responsable la Luna de su movimiento? Pues, en último término, cabe decir lo mismo (desde una perspectiva holística) del hombre. Para Einstein, no existe propiamente el libre albedrío humano.

Durante los últimos años de su vida Einstein se dedicó a combatir ciertas interpretaciones (la interpretación de Copenhague) de la mecánica cuántica. Para Einstein la probabilidad meramente estadística era de una imprecisión inaceptable, y el -principio de indeterminación‖ de Heisemberg contradecía la fe spinocista de Einstein, donde nada está dejado al azar, sino todo atado y bien atado en el interior de un mundo mecanicista. En una carta a M. Born, Einstein decía: «*La mecánica cuántica es muy digna de consideración. Pero una voz interior me dice que este no es el verdadero Jacob. La teoría nos proporciona muchas cosas, pero difícilmente nos acerca al misterio del Anciano. En cualquier caso, yo estoy persuadido de que él no juega a los dados*».

12.7. El concepto de indeterminismo

El indeterminismo niega que todo lo que sucede tenga una causa. Según el indeterminismo, nada sucede —necesariamente‖, o algunos acontecimientos por lo menos tienen lugar de modo —no necesario‖. Así, el indeterminismo se opone en todos los casos al determinismo.

Podemos hablar de un -indeterminismo general‖ y de un -indeterminismo especial‖. El indeterminismo general se refiere a cualesquier acontecimiento; abarca por igual a los acontecimientos físicos y a los acontecimientos psíquicos. Dentro del indeterminismo especial podemos distinguir, a su vez, dos tipos de indeterminismo: un -indeterminismo físico‖ y un -indeterminismo psíquico‖. Aquí nos ocuparemos solamente del -indeterminismo físico‖.

12.8. Determinismo, indeterminismo, causalidad y legalidad

En general, la determinación, es definida como: Aquella teoría ontológica cuyos componentes necesarios y suficientes son: El ***principio genético*** o principio de productividad, según el cual nada puede surgir de la nada ni convertirse en nada; y el ***principio de legalidad***, según el cual nada sucede en forma incondicional ni completamente irregular, o sea, de modo ilegal o arbitrario. Ambos principios pueden ser fundidos en uno solo, a saber: ***Todo es determinado según leyes por alguna otra cosa***, entendiéndose por esta última las condiciones externas tanto como las internas del objeto en cuestión. Este enunciado puede llamarse el **principio de determinación**. Se trata de un supuesto filosófico de la ciencia, confirmado por los resultados de la investigación científica...Cualquier teoría de la estructura, o del cambio, o de una y otro, que respete el principio de determinación recibirá el nombre de determinista‖ (Bunge, 1965, pág. 37 y 38).

El problema ha surgido históricamente cuando se ha planteado que la determinación siempre es causal. Pero una concepción amplia de determinación, como la de Bunge, nos permite rechazar la identidad -determinación=causalidad‖, por contrafáctica e idealista. Son variadas las formas que adopta la determinación y la epistemología moderna identifica nomogénesis diferenciadas según sea la fisonomía del fenómeno bajo estudio. Un breve catastro nos indica la existencia de al menos los siguientes tipos de determinación, irreductibles entre sí, pero conectadas: causal, interacción, mecánica, estadística, teleológica y dialéctica o autodeterminación cualitativa (Bunge, 1965, pág. 30-31).

Es importante resaltar que sólo la creación intelectual vinculada a la práctica científica de investigación podrá determinar si acaso existen otras formas de determinación, que supongan una producción de legalidad peculiar, propia y novedosa. La causación ocupa un lugar importante pero no único en el contexto más amplio del determinismo genérico.

Ahora bien, el principio de legalidad forma parte de la teoría ontológica de la determinación.

Desde el punto de vista de la epistemología de las ciencias sociales, el problema de la legalidad – en particular la negación de legalidad en la realidad social – ha sido el mito que más ha oscurecido y detenido el progreso de la sociología. El determinismo es factible, ya que -las acciones humanas presentan ciertas uniformidades, y es solamente gracias a esa propiedad que pueden ser objeto de un estudio científico. Esas uniformidades tienen, además, otro nombre; se las llama leyes‖ (Pareto, 1945, pág. 10). Planteamos que el -área‖ de realidad (sin importar lo que ello signifique) que abordan las ciencias sociales forma parte de una totalidad mayor, la -realidad total‖ (tampoco sabemos lo que podría significar esto, pero es irrelevante para nuestra argumentación) y que, en consecuencia, no existe razón para pensar que existen áreas que poseen legalidad y otras donde no operan leyes de ningún tipo. Bastante más plausible es pensar que las -áreas‖ de esta -totalidad‖ son ontológicamente homogéneas y que, como insiste Pareto -Hablando propiamente no puede haber excepciones a las leyes económicas y sociológicas, en la misma forma que las otras leyes científicas. Una uniformidad no uniforme no tiene sentido‖ (Pareto, 1945, pág. 11).

Por lo tanto, podríamos aventurar a plantear tres alternativas, a saber, que:
a) En todas las áreas operan leyes, b) en ninguna área opera ley alguna, o, c) en todas las áreas podemos visualizar zonas de frontera difusas, donde no está claro si opera el determinismo o el indeterminismo y, quizá, ambas situaciones son compatibles.

Un problema coligado es el siguiente: la realidad, ¿posee una estructura simple o más bien está constituida por una estructura multinivel, donde en cada nivel la legalidad se manifiesta de modos diversos aunque encadenando los niveles superiores con los inferiores?. Por ejemplo, el -área‖ de la realidad -total‖ denominada ciencias sociales es, epistemológicamente hablando, un mero feudo arbitrario y cambiante en cuanto a sus límites. Lo importante es tener en claro que ontológicamente existe una interconexión entre los niveles y que a la hora de explicar los fenómenos, es probable que —una sola disciplina pura‖ no sea suficiente para lograr dicha explicación. Un caso de interés es el del desempeño bursátil, donde se mezclan factores de tipo económico, político y psicosocial. Un experimento mental podría ilustrar lo relevante que es el supuesto de que la realidad posee una estructura multinivel y que para explicar cada fenómeno es menester conectar factores que pertenecen a distintos niveles. Supongamos que no existiese la ley de gravedad. Probablemente, la clase de los terratenientes no habría existido jamás, por sustentarse en la renta de la —tierra‖.

Volviendo al planteamiento original, a saber, la antinomia libertad – determinismo.
Vista desde una perspectiva histórica, el determinismo como filosofía estricta que permite la formulación de Laplace, permite un avance asombroso pero limitado. El siglo XX ha deteriorado esta filosofía por la teoría del quantum de Planck, el principio de incertidumbre de Heisenberg (que muestra que algunos eventos son inherentemente impredecibles) la teoría de

la relatividad de Einstein que cambio el concepto mismo de tiempo y porque muchos filósofos como Russell empezaron a sentir que la causa y el efecto son una ilusión. La idea que la matemática, en especial la geometría euclidiana era una verdad a priori (Kant) fue refutada por la geometría no-euclidiana de Lobachevski, Bolyai y Reimann, en el sentido que las ecuaciones matemáticas no son los árbitros de todo lo que podría suceder en el universo.

En los hechos, el siglo XX demostró que la investigación científica no logró entender plenamente la realidad y que la idea que la física -no tendría nada más que estudiar en 30 años más!, divulgada no hace muchos años en el ambiente intelectual, hoy nos parece a todas luces falsa. Pareciera imponerse la tesis de Popper y otros, que indica que la verdad, es verdad —hasta nuevo aviso!.

Las corrientes epistemológicas de la última mitad del sigo XX han hecho eco de este rechazo al determinismo vulgar y lo han reemplazado, desafortunadamente, por el irracionalismo y la idea que la realidad no puede ser conocida, pero si transformada y construida. Sin embargo, el rechazo del determinismo vulgar por la doctrina indeterminista sólo se sostiene argumentalmente debido a la ausencia de un determinismo absoluto en la naturaleza, lo que dista de la tesis que es imposible conocer (determinar conceptualmente) en algún grado o medida la realidad. Por ejemplo, en la física, el indeterminismo designa la imposibilidad de prever los movimientos de un electrón, pero no de un haz de electrones. En la práctica, es sinónimo de determinismo estadístico, o sea, capaz de ejercer la previsión sobre un conjunto de elementos pero incapaz de hacerlo sobre un elemento aislado.

El indeterminismo como doctrina puede ser a la vez material (ontológica) como mental (epistemológica). En la postura de filósofos como Popper, las teorías son redes para atrapar la realidad, pero siempre la red filtra parte de ella (Popper, 1986). El indeterminismo epistemológico se fundamenta en la imposibilidad de determinar -absolutamente!! la verdad, pues sólo tenemos conjeturas acerca de ella y la única certeza del científico es respecto del error (las conjeturas que hemos falsado). En otras palabras, podemos determinar conceptualmente el error y afirmar alguna conjetura, hasta nuevo aviso. Pero la más potente argumentación contra el determinismo es la relacionada con el tiempo. En efecto, no es posible el determinismo porque de ser posible habría que estar de acuerdo con la tesis de que el tiempo es reversible. Las ecuaciones de las teorías deterministas permitían dar valores tanto positivos como negativos a la variable tiempo. Popper buscó argumentos de dos tipo: i) la ley que prescribe un constante aumento de la entropía en la evolución cósmica y ii) procesos no termodinámicos, tal como la propagación de una onda desde un centro (que es de hecho irreversible, como cuando lanzamos una piedra al agua: ¿cabría pensar la creación de una onda circular que va contrayéndose, progresando hacia el centro?. El tiempo posee una dirección y ello demostraría la irreversibilidad del tiempo, con lo que quedaría refutado el determinismo o al menos el principio de identidad (Estrella, 1999).

Sin embargo, Popper creyó, como los irracionalistas y los críticos vulgares (no sólo del determinismo sino los críticos de la ciencia en su conjunto) que la falta de precisión, la carencia de completitud y la inadecuación de las teorías son consustanciales a la ciencia y que, por lo tanto, sólo cabe defender un indeterminismo, pues el determinismo es imposible tanto de facto como formalmente. Pero esta argumentación olvida que la ciencia trata de generalidades, no de particularidades: trata de descubrir la estructura subyacente común a la

diversidad de los hechos que estudia, así como también a que esa estructura pueda interpretar los hechos aún cuando éstos cambien o sean modificados en algún grado por el mero paso del tiempo. Es decir, que dos átomos son diferentes es una constatación trivial, así como de que pueden cambiar, por ejemplo, de posición. Lo que se exige a la ciencia es una teoría suficientemente amplia y pertinente sobre tales asuntos, que podamos conocer la modalidad de ser de los átomos (su estilo de vida, dirían los sociólogos), independientemente del hecho particular que a veces se muevan más rápido y otras veces más lento. Además, Laplace y todos los deterministas clásicos seguramente reconocieron la imposibilidad (presente y futura) de dar precisión absoluta a las medidas físicas o de resolver los cálculos sin las pertinentes simplificaciones. Por lo mismo, la ciencia no tiene por objetivo representar la realidad tal cual es, en todos y más mínimos detalles.

Un argumento indeterminista interesante es el de la -recursividad‖ de la conciencia. El hombre es un habitante más del mundo y el determinismo científico tendría que explicarlo con la misma eficacia que cualquier otro ente. A su vez, las teorías científicas, son productos de la acción humana y proporcionan resultados que caen bajo el conocimiento y dominio de sus creadores. Si el hombre es sujeto y objeto del conocimiento -¿Podríamos predecir entonces, por métodos deductivos, nuestros propios estados futuros en cualquier instante de tiempo dado y, más especialmente, nuestras propias predicciones futuras?‖ (Popper, 1986, pág.91). La paradoja es obvia: si la predicción no nos complace, hacemos lo imposible porque no se cumpla... y tenemos éxito!. Siempre estamos en condiciones de desmentir los pronósticos.

Con todo, no es correcto pensar que el indeterminismo filosófico implica la afirmación del libre albedrío: -...es importante comprender que el indeterminismo – esto es, la negación del determinismo – no nos compromete necesariamente con ninguna doctrina acerca de nuestra voluntad o acerca de la responsabilidad.‖ (Popper, 1967, pág. 145).

Las consecuencias para la generación de leyes del hecho de la contingencia social y de la libertad individual, podrían visualizarse a base de la resolución determinación vs. indeterminación de las leyes sociológicas Lo que suponen ambos casos (el de propiedad o característica y el de conexión constante y unívoca) es una suerte de invariancia, que ha servido de argumento a quienes postulamos que la ciencia trata del -orden objetivo‖ o la estructura real subyacente de la realidad aparente. Sin embargo, strictu sensu, no es más que la hipótesis filosófica que posibilita el trabajo científico.

Ahora bien, el problema surge cuando diversas corrientes de pensamiento confunden el estatuto epistemológico del enunciado de invariancia y, confundiéndolo con la descripción unívoca, plantean que en el caso de las realidades sociales, tal -orden objetivo‖ no existe, pues, si así fuera, negaríamos la libertad humana. Llevado al extremo, tal planteamiento indica que existe una separación radical entre la investigación de las realidades sociales y las no- sociales, puesto que en el primer caso los fenómenos emergen dotados de intencionalidad y voluntad, mientras que en el segundo, no. Ello revelaría la inoperancia de la pretensión de aprehender la realidad social, la que sería ontológicamente escurridiza, no objetiva (porque es libre). La voluntad y la intencionalidad sólo producirían estructuras más bien amorfas, inestables y efímeras, esquivas a un tratamiento legal.

Pero un breve examen nos indica la naturaleza espúrea de tal separación radical. Recordemos los enfoques para abordar el tema de la determinación, uno, el de propiedad o característica de una entidad; y otro, el de conexión constante y unívoca entre entidades o clases (dejaremos pendiente el enfoque del determinismo como —modo de devenir‖). En el primer caso, habría que plantear que toda determinación supone una operación de clasificación -libre‖. El carácter relevante del principio clasificatorio lo entrega alguna teoría disponible que ha sido -libremente‖ aceptada por la comunidad científica.

En el segundo caso, podríamos complejizar mediante otra ecuación como x + y -1 = 0; lo que nos plantea que, aunque ella expresa una rígida interdependencia entre x e y, se necesita otra ecuación para resolver el problema; quedando indeterminada (donde x,y ∈ a IR).

Lo que tal vez nos diría el pensador —separatista‖ es que, en el caso de las realidades sociales, las clasificaciones no están regidas por la objetividad: ningún fenómeno social es igual a otro y la lectura del observador siempre depende de su punto de observación. Pero tal argumentación no hace otra cosa que olvidar el principio de indiscernibilidad de los idénticos, que vale de modo no-vacío para los objetos conceptuales y vale de modo vacío para los objetos materiales.

Respecto a los objetos materiales o concretos, la ciencia moderna ha llegado a una proposición distinta a la de Leibniz: sólo es admisible una identidad -parcial‖ o una identidad -aproximada‖ entre dos o más objetos concretos (Bunge, 1983). Finalmente, esta el problema de la predicción o pronóstico, que está asociado estructuralmente
al problema de la legalidad y la explicación. Predicción es literalmente -pronosticar‖, especificando lo que ocurrirá, decir lo que será antes que ocurra. Es menester agregar que sin un grado de control cognitivo sobre el futuro, los humanos no existiríamos como las criaturas inteligentes que somos. Por supuesto, una predicción correcta puede ser obra de la mera casualidad o la suerte. Sólo una predicción racional que está basada en elementos cuyos meritos son discernibles antes de la ocurrencia del evento predicho tiene interés epistemológico: una predicción cuyos méritos son discernibles después del hecho es inútil. Es cuestionable como un asunto de principio hasta que punto puede ser hecha una predicción fuerte. Toda predicción racional es una inducción – una proyección de algún tipo desde la experiencia pasada, lo que no significa una simple proyección linear. Así, sólo en contextos de regularidad legal, donde los eventos puedan caer al interior de patrones discernibles, se pueden realizar predicciones racionales. Extender estos órdenes al resto del universo es una cuestión discutible. Dos extremos pueden ser observados: 1) el determinismo del cosmos laplaciano en el que en principio todo lo que pasa puede ser precalculado y 2) aquel del mundo caótico donde nada puede ser predicho con seguridad porque todos los patrones aparentes son en el mejor de los casos estabilidades transitorias. Desde la antigüedad clásica, muchos pensadores han adoptado una posición intermedia: afirmando que el mundo real admite una predicción racional en muchos casos pero con bastantes excepciones importantes, principalmente relativas a la probabilidad (eventos estocásticos) de la naturaleza física como el fenómeno cuántico y la torcedura o desviación de Epicuro, así como también a las decisiones espontáneas que manifiestan el libre albedrío de los seres humanos.

Algunas predicciones fuertes o poderosas pueden estar equipadas con una explicación racional explícita. Otros no son más que el juicio inarticulado de un informante experto. Pero aún aquí es posible el control racional mediante el establecimiento de un registro de huellas o indicios.

Para ser completamente satisfactoria, nuestra explicación científica debe tener una racionalidad que también permita adecuadas predicciones. Garantizar predicciones exitosas es, desde cierto punto de vista, la única prueba respecto a la bondad de una teoría.

La característica más importante de una buena predicción es, aparte de su poderío, su especificidad o detalle. Es seguro y carente de todo interés decir -este año ocurrirá un terremotoll pero es riesgoso e interesante predecir el lugar y la fecha exacta. Esta es una consecuencia del teorema de Bayes, (Todo evento tiene una probabilidad conocida de ocurrencia y a mejor o mayor información menor probabilidad: ejemplo, hay 5/6 probabilidad de que un tiro de dado salga 1,2,3,4 o 5; mientras que la probabilidad de que salga 3 es sólo 1/6). Otro factor a la hora de evaluar la predicción es la significación inherente de la materia en cuestión. Así, predecir el resultado de una guerra o la evolución de una economía nacional es más significativo como –hecholl que el resultado de una pelea de boxeo. Hay muchos obstáculos para la predictibilidad. En la naturaleza tenemos la volatilidad y la elección (fenómenos estocásticos); en los asuntos humanos tenemos la innovación y la elección (libre albedrío). Pero sin duda, uno de los obstáculos mayores para la predicción es que en la mayoría de los fenómenos, sino en todos, participan jugadores de dos niveles: de microescala y de macroescala... y la conexión micro – macro siempre ha sido escurridiza.

Una —nueva disciplinall pretende arrojarse desde finales del siglo XX la capacidad de conectar estos dominios: es la ciencia del caos. Una definición de caos, desde la matemática, es que consiste en un comportamiento estocástico que ocurre en un sistema determinista: es el comportamiento sin ley gobernado completamente por la ley (Stewart, 1996, pág. 27). Y agrega: -... el orden y caos como dos manifestaciones diferentes de un determinismo subyacente. Y ninguna de ellas existe por separado. El sistema típico puede existir en una diversidad de estados, algunos ordenados, algunos caóticos. En vez de polaridades opuestas, existe un espectro contínuo. Igual como la armonía y la disonancia se combinan en la belleza musical, el orden y el caos se combinan en la belleza matemática.(Stewart, 1996, pág. 28). El tema del caos es el del puente que conecta dos modelos matemáticos: el de las ecuaciones diferenciales y el del análisis estadístico de los promedios, orden y pocos problemas bien estructurados; desorden y muchos problemas complejos.

Según Ibañez, las dos leyes de la termodinámica, reformuladas desde el caos, serían: 1) ley de conservación de la cantidad: —nadie da algo por nadal; 2) ley de transformación de la cualidad: -juegues como juegues, perderás‖. –La energía está en los sistemas naturales, a dos niveles: a macroescala, en la que los sistemas aparecen como mecánicos – determinables a nivel de los elementos – (es posible medir directamente la energía), y a microescala, en la que los sistemas aparecen como estocásticos – determinables a nivel del conjunto – (no es posible medir directamente la energía: sólo una media estadística – temperaturas). Para la ciencia clásica, las dos escalas no se comunican‖ (Ibañez, 1998, 145).

Finalmente, digamos que el determinismo es, hasta ahora, la hipótesis filosófica de la ciencia moderna. Se debe suponer que la realidad tiene una pauta regular de eventos secuenciales unos

respecto de otros, ligados fuerte o débilmente entre sí de modo causal. La realidad está determinada en al menos dos sentidos: i) un presente que se debe a un pasado, ii) un evento o entidad coaccionado o constreñida por otro evento o entidad, en un mismo momento presente. Sin embargo, habría que suponer que en el caso de las realidades sociales, la doctrina clásica del determinismo debería ser modificada en orden a suponer una tercera acepción al concepto de determinación: estamos determinados por nuestro futuro. En efecto, los individuos y los grupos actúan basados en expectativas, imágenes, visiones y modelos de comportamiento – tanto propio como del entorno – en un futuro, de hecho, inexistente. ¿Cómo es esto posible?

Así como aceptamos la distinción entre determinismo ontológico y determinismo epistemológico, podríamos aceptar que en el caso del determinismo epistemológico, o sea la doctrina de que es posible determinar conceptualmente la realidad (es decir, conocerla), podríamos introducir el futuro en la epistemología de un objeto cuya evolución pareciera no depender exclusivamente del pasado, como es el caso de fenómenos triviales. Es decir, sólo podemos conocer la realidad social si incorporamos la dimensión del futuro en la explicación de las acciones y eventos del presente. Habitualmente, está inclusión tiene un tratamiento diverso. Algunos, la llaman —intencionalidad‖. Lo particular es que la intencionalidad puede referirse tanto al pasado como al futuro. Nosotros queremos incorporar el futuro.
Así visto, no podemos predecir la evolución social pues no tenemos herramientas para identificar la intencionalidad humana o el —futuro deseado-buscado‖.

12.9. El principio de incertidumbre de Heisenberg.

El principio de incertidumbre de Heisenberg afirma que cuanto más exactamente se determina la velocidad (momento) de una partícula, tanto menos exactamente puede determinarse la posición de la misma partícula y viceversa; o sea, no se puede determinar simultáneamente con la misma precisión la velocidad (momento) y posición de una partícula subatómica.

Se ha considerado a menudo que tal principio prueba que hay un indeterminismo en el mundo físico. Según ello, el determinismo que aparece en el mundo macrofísico es sólo un límite del indeterminismo en el mundo microfísico; es decir, ***en el mundo microfísico rigen leyes estadísticas y no leyes deterministas***; por tanto, en el mundo macrofísico deben asimismo regir leyes estadísticas, pero que dado el número elevado de partículas que intervienen en las relaciones macrofísicas éstas pueden considerarse como prácticamente regidas por leyes deterministas. Por consiguiente, el determinismo sería una ‗aproximación‖; en principio no habría determinismo, pero lo habría a todos los efectos prácticos. A esta interpretación se la denomina ‗interpretación real‖, es decir, una interpretación del principio de incertidumbre según la cual éste expresa algo que acontece efectivamente en la realidad (subatómica). Ello significa que no hay en la relación de referencia nada ‗subjetivo‖ y que por consiguiente, no puede atribuirse la —indeterminación‖ a la ‗interferencia‖ del observador en la realidad física. El rechazo de todo ‗subjetivismo‖ se funda en el reconocimiento de que no hay nada —subjetivo‖ en la imposibilidad de medir con precisión dos cantidades físicas correlacionadas; tal imposibilidad es concebida como una consecuencia de las leyes fundamentales estadísticas de la mecánica cuántica.

Otra interpretación distinta de este principio admite que el principio de incertidumbre es una prueba de indeterminismo, pero liga este último a una ‗intervención‖ del observador en el mundo subatómico.

En una tercera interpretación de este principio se ha afirmado que el principio de incertidumbre no prueba, o no prueba todavía, que haya indeterminismo en el mundo físico. Las razones que se han aducido en apoyo de esta tesis son:

1. La idea de que hay interacción entre el observador y lo observado prueba que el supuesto indeterminismo es sólo resultado de una —intervención‖; si ésta pudiese eliminarse, se eliminaría el indeterminismo.
2. Se ha cometido una confusión al equiparar -determinismo‖ y -predictibilidad‖. Esta última no es una consecuencia necesaria y suficiente de un sistema determinista. No puede, en efecto, decirse que si un sistema es determinista, todos sus estados son predecibles. Pueden serlo y pueden no serlo; por tanto, el que no lo sean no es razón suficiente para concluir que el sistema no es determinista.
3. No es legítimo extraer conclusiones e las relaciones de incertidumbre en cuanto a la cuestión del -determinismo‖ o -indeterminismo‖, por la sencilla razón de que los términos —momento‖ y -posición‖ usados en mecánica cuántica no tienen el mismo sentido del que tienen tales términos en la mecánica clásica

12.10. Heisenberg y el principio de causalidad

Según Heisenberg, la transformación del concepto antiguo de causa en el actual se ha ido produciendo a lo largo de los siglos, en estrecha conexión con la transformación del conjunto de la realidad percibida por el hombre, y con la aparición de la ciencia de la Naturaleza a principios de la Edad Moderna. En la medida en que los procesos materiales fueron adquiriendo un grado mayor de realidad, el término de causa fue siendo referido a la ocurrencia material que precediera a la ocurrencia que en determinado caso se tratara de explicar y que de algún modo la hubiera producido. Ya

Werner Karl Heisenberg (Wurzburgo, Alemania, 5 de diciembre de 1901 – Múnich, 1 de febrero de 1976). Físico alemán. Es conocido sobre todo por formular el principio de incertidumbre, una contribución fundamental al desarrollo de la teoría cuántica. Este principio afirma que es imposible medir simultáneamente de forma precisa la posición y el momento lineal de una partícula. Heisenberg fue galardonado con el Premio Nobel de Física en 1932.

El principio de incertidumbre ejerció una profunda influencia en la física y en la filosofía del siglo XX. ***Se ha considerado a menudo que tal principio prueba que hay un indeterminismo en el mundo físico.*** Según ello, el determinismo que aparece en el mundo macrofísico es sólo un límite del indeterminismo en el mundo microfísico; es decir, ***en el mundo microfísico rigen leyes estadísticas y no leyes deterministas;***

El principio de incertidumbre desempeñó un importante papel en el desarrollo de la mecánica cuántica y en el progreso del pensamiento filosófico moderno.

en Kant encontramos el término de causalidad explicado en la forma que se nos ha hecho usual desde el siglo XIX: -*Cuando experimentamos que algo ocurre, presuponemos en todo caso que algo ha precedido a aquella ocurrencia, algo de lo que ella se sigue según una regla*l. Así fue paulatinamente restringiéndose el alcance del principio de causalidad, hasta resultar equivalente a la suposición de que el acontecer de la Naturaleza está unívocamente determinado, de modo que el conocimiento preciso de la Naturaleza o de cierto sector suyo basta, al menos en principio, para predecir el futuro. Precisamente la física newtoniana se hallaba estructurada de modo tal que, a partir del estado de un sistema en un instante determinado, podía preverse el futuro movimiento del sistema. «*El sentimiento de que, en el fondo, así ocurren las cosas en la Naturaleza, ha encontrado tal vez su expresión más general e intuitiva en la ficción, concebida por Laplace, de un demonio que en cierto instante conoce la posición y el movimiento de todos los átomos, con lo cual tiene que verse capacitado para calcular de antemano todo el porvenir del Universo. Cuando al término de causalidad se le da una interpretación tan estricta, acostumbra a hablarse de "determinismo", entendiendo por tal la doctrina de que existen leyes naturales fijas, que determinan unívocamente el estado futuro de un sistema a partir del actual*» (Heisenberg, *La imagen de la naturaleza en la física actual*, Barcelona, Orbis, 1985, p. 34).

Este determinismo expresa el supuesto de la física clásica según la cual los fenómenos de la naturaleza podían ser conocidos según leyes causales cada vez más exactas y precisas; las leyes estadísticas o probabilísticas, aplicadas a determinados fenómenos naturales, como los cuerpos en estado gaseoso o la misma conducta humana, no se debían sino a un conocimiento imperfecto de las condiciones de observación. Pero la aparición de la física cuántica ha restado universalidad a este principio de determinación causal: la física no admite que exista un límite indefinido de precisión en la descripción de los fenómenos, y afirma que, debido al denominado principio de indeterminación, no es posible formular predicciones definidas para el conjunto de los sucesos subatómicos.

12.11. La observación modifica lo observado

En 1928 Bohr publicó un artículo donde daba una interpretación *gnoseológica* general de los argumentos de Heisenberg. Según Bohr, la relación de imprecisión de Heisenberg es la expresión matemática de un principio absolutamente general, según el cual no es posible que haya observación física alguna sin que el estado de lo que se observa no quede modificado por el hecho mismo de ser observado. Ciertamente, desde hacía mucho tiempo, los físicos imaginaban que las experiencias que ellos hacían para determinar el estado de una entidad física modificaban en general este estado. Al introducir, por ejemplo, un termómetro se altera ligeramente la temperatura que se quiere medir; al utilizar un potenciómetro para determinar el estado eléctrico de un cuerpo, se perturba necesariamente ese estado; y así sucesivamente. Por esto, todos los observadores tomaban toda clase de precauciones destinadas a atenuar las perturbaciones provocadas por los instrumentos de medida. Pero, al llegar de este modo a obtener resultados cada vez más precisos, acabaron por olvidar que en principio es imposible proceder por esta vía hasta el final, eliminado por completo todos los cambios que causa el observador. En particular, los científicos de la época clásica parecen haber olvidado que hasta el simple hecho de ver un objeto físico puede necesariamente entrañar una modificación del estado del objeto percibido. Se sabía, ciertamente, que para ver un objeto era preciso enviar un haz de luz que se refleje sobre él y retorne hacia el observador, y se sabía igualmente que este haz de luz debía ejercer una presión sobre el objeto iluminado, modificando así su estado.

Pero se tendía demasiado a subestimar la importancia de este hecho, y nadie antes de Heisenberg había pensado en sacar todas las consecuencias importantes que implica. Esta omisión se explica cuando se piensa que la física clásica trataba con cuerpos macroscópicos, con relación a los cuales las modificaciones provocadas por la luz que se utiliza para observarlos son en realidad despreciables: incluso teniendo en cuenta estas perturbaciones, los teóricos y los experimentadores de la física macroscópica no habrían podido llegar a otros resultados que los que se habían obtenido. Era, pues, natural y legítimo ignorar estas perturbaciones. Pero a escala microscópica la situación ya no es la misma: aquí las perturbaciones en cuestión ya no pueden ser ignoradas. La física atómica tenía, pues, que llegar necesariamente, tarde o temprano, a tomar conciencia de la verdad innegable, debidamente formulada por Bohr, es decir, a reconocer que la observación modifica lo observado. Pero supuesto que la observación provoca necesariamente una modificación del estado observado, modificación cuya naturaleza no se conoce exactamente, es en principio imposible conocer exactamente a la realidad. En consecuencia, no se puede nunca verificar el principio del determinismo causal exacto. Hay que rechazarlo definitivamente del dominio de la física. Así, si los principios fundamentales de la física clásica no permiten afirmar la existencia de un límite constante finito de la precisión teóricamente posible, por lo menos permiten mostrar que la idea de una observación y, por consiguiente, de una previsión absolutamente exacta y contradictoria es imposible en cuanto idea física.

12.12. Argumentos en favor del indeterminismo

❖ Asimetría entre pasado y futuro

Uno de los principales argumentos a favor del indeterminismo es la asimetría entre pasado y futuro. Uno no puede cambiar el pasado. Puesto que el pasado no es más que lo que ha ocurrido, parece una verdad trivial decir *que el pasado está completamente determinado por lo que ha ocurrido*. Todas nuestras vidas, todas nuestras actividades, están dedicadas a intentar afectar el futuro. Está claro que creemos que lo que ocurrirá en el futuro está en gran manera determinado por el pasado y el presente, ya que todas nuestras acciones racionales son intentos de influir en, o determinar, el futuro. Pero está igual de claro que consideramos que el futuro no está todavía completamente fijado; al contrario que el pasado, que está cerrado, el futuro está todavía abierto a influencias; todavía no está determinado.

Es decir, hay una asimetría entre el pasado y el futuro. Esto se puede ver claramente en la teoría especial de la relatividad. En esta teoría existe, para cada observador, un pasado absoluto y un futuro absoluto (que están separados por toda una región de posible contemporaneidad). El pasado (absoluto) del sistema es la región formada por todos los puntos espacio-temporales desde los cuales las influencias físicas pueden afectar al sistema; su futuro (absoluto) es una región formada por todos los puntos sobre los cuales el sistema puede ejercer una influencia física. La asimetría entre pasado y futuro queda establecida por el hecho de que, desde cualquier lugar del -pasado||, una cadena causal física (por ejemplo, una señal de luz) puede alcanzar cualquier lugar del -futuro||; pero desde ningún lugar del futuro puede ejercerse un efecto igual sobre ningún lugar del pasado. Como consecuencia de esto, el futuro se convierte en -abierto|| para nosotros en el sentido de que no puede ser totalmente predicho por nosotros, mientras que el pasado está -cerrado||.

De modo que puede decirse que, de acuerdo con la relatividad especial, el pasado es aquella región que puede, en principio, ser conocida; y que el futuro es aquella región que, aunque

influida por el presente, está siempre -abierta-: no sólo es desconocida, sino que además, en principio, no es plenamente cognoscible.

❖ La imposibilidad de la autopredicción

Una consecuencia de la teoría determinista es que, si estuviéramos pertrechados de un conocimiento teórico perfecto, y de unas condiciones iniciales pasadas o presentes, podríamos entonces predecir, por métodos deductivos, nuestros propios estados futuros en cualquier instante de tiempo dado y, más especialmente, nuestras propias predicciones futuras.
Según K. Popper, esto es absurdo porque, si puedo predecir mis estados futuros, puedo predecir lo que voy a conocer mañana; pero si hoy predigo lo que voy a conocer mañana, no lo conozco mañana, sino que lo conozco hoy; por tanto, hablar de predecir mis estados futuros es absurdo; y es absurdo porque, desde un punto de vista lógico, conduce a una teoría inconsistente.

El argumento de Popper para mostrar que esta teoría es inconsistente es el siguiente: una vez que suponemos que las teorías científicas y las condiciones iniciales están dadas, y también la tarea de predicción, la deducción de la predicción se convierte en un problema de puro cálculo, que en principio puede ser llevado a cabo por *una máquina de predecir o de calcular*. Según esto, la prueba se convierte en una prueba de que *ninguna calculadora o predictora puede predecir deductivamente los resultados de sus propios cálculos o predicciones.*

Para probar esto podemos imaginar que la tarea de predicción se le suministra a la máquina en forma de una cinta (la cinta de la tarea) en la que se hacen unas perforaciones que forman el mensaje cifrado en una clave similar a la de Morse. La respuesta se emite en forma de una cinta similar, la cinta de respuesta. Después de completar su tarea, se puede suponer que la máquina consiste en dos partes principales, es decir: a) la propia máquina, que puede estar en su estado cero, y b) la cinta de respuesta emitida.

Los supuestos sobre los que se fundamenta la prueba son:
S1). Siempre que la tarea suministrada a la máquina sea suficientemente explícita, la predictora llegará a una respuesta correcta.
S2) La predictora tarda tiempo en realizar diversas operaciones. En particular, habrá un lapso entre el instante en que la predictora sea estimulada por la tarea de predicción y el instante en el que la predictora empieza a escribir su respuesta. Además, la acción de escribir la respuesta también lleva cierto tiempo.
S3) De dos respuestas cualesquiera, emitidas por la predictora, la respuesta más larga llevará más tiempo que la más corta.
S4) Todas las respuestas dadas por la máquina describen explícitamente el estado de algún sistema físico en uno y el mismo lenguaje.
Imaginemos ahora dos predictores estructuralmente idénticos. Al predictor 1 se le llama -Dice-, porque va a predecir el estado del número 2; al predictor número 2 se le llama -Dicho-, porque va a ser predicho por -Dice-.
Suponemos que las condiciones iniciales suministradas a Dice como parte de su tarea de predicción describen el estado de Dicho a las cero horas, y que la tarea de Dice es predecir el estado de Dicho a la 1 en punto. La descripción del estado inicial de Dicho, tal como se le suministra a Dice, tendrá que incluir una descripción de la tarea de predicción por medio de la cual Dicho será estimulado a las cero horas. Así que Dice está ahora intentando calcular el

estado de Dicho en el instante de tiempo t = 1 en punto, o, lo que es lo mismo, el estado de Dicho después de un lapso de tiempo de una hora de duración.
Según S1), Dice tendrá siempre éxito en la tarea de predecir a Dicho.

Ahora suponemos que la tarea encomendada a Dice coincide con la tarea que se encomendará a Dicho a las cero horas; en otras palabras, la tarea de Dice especifica que Dicho será estimulado, a las cero horas, a predecir un tercer predictor (esta suposición tiene como objetivo interpretar la tarea de Dice como una tarea de autopredicción). Podemos formular este supuesto como S5)

S5) Al recibir el estímulo de su tarea de predicción, Dice estará precisamente en el mismo estado en que esté Dicho al recibir el estímulo de su tarea de predicción, a las cero horas.

Supongamos ahora que el tiempo de una hora que hemos escogido es tan reducido que, a la una en punto, Dicho no habrá comenzado todavía a perforar su cinta de respuesta (en este caso es claro que no ha tenido lugar ningún aumento del conocimiento). Se puede demostrar el siguiente teorema:

T1). Bajo las condiciones enunciadas, el período de tiempo que le ha tomado a Dice completar su tarea ha sido más largo de una hora.

Prueba. Puesto que Dice ha completado su tarea, su respuesta ha sido perforada por completo. Pero, después del transcurso de una hora, no puede siquiera haber comenzado a perforar puesto que Dice tiene que pasar por los mismos estados que Dicho, y en los mismos períodos de tiempo; y, de acuerdo con nuestros supuestos, Dicho no habría empezado a perforar su cinta a la una en punto. Q.E.D.

A continuación, supongamos que escogemos las dos en punto en lugar de la una como la hora para la que Dice tiene que predecir el estado de Dicho, y que Dicho ha comenzado a perforar su cinta a las dos en punto, aunque sin completarla. Podemos probar el siguiente teorema:

T2). Bajo las condiciones enunciadas, el período de tiempo que Dice tardó en completar su tarea fue superior a dos horas.

Prueba. Análoga a la de T1).

Ahora supongamos, finalmente, que elegimos las tres en punto como la hora para la que se ha de predecir el estado de Dicho, un espacio de tiempo que es justo lo suficiente como para que Dicho complete su tarea de predicción. Obtenemos el teorema.

T3). Bajo las condiciones enunciadas, el tiempo que tardó Dice en completar su ejercicio fue exactamente de tres horas.

Esto se desprende del hecho de que Dice y Dicho son dos máquinas idénticas; y es suficiente para demostrar que Dice no puede predecir el aumento de su propio conocimiento en el futuro; porque su respuesta completa llegaría demasiado tarde para ser una predicción, puesto que, *en el mejor de los casos, sólo llega al mismo tiempo que el suceso predicho.*

Pero, añade Popper, además, el auto-cálculo es imposible, no sólo llega tarde, sino que fracasa por completo. Para demostrarlo introduzcamos el supuesto
S6) La descripción, en lenguaje estándar, del estado físico de una segunda descripción en lenguaje estándar, no puede en ningún caso ser más corta que la segunda descripción.

Este supuesto es una consecuencia de que tenemos que describir como mínimo cada uno de los símbolos de la segunda descripción, y que cada una de esas descripciones necesitará, como mínimo, un símbolo.

Podemos ahora demostrar el siguiente teorema:
Bajo las condiciones de T3) el tiempo que Dice tardó en completar su tarea fue superior a tres horas.
Ahora bien, T4) es inconsistente con T3), con lo que toda la teoría es inconsistente; de donde se sigue que la autopredicción es imposible. Q.E.D.
Si la autopredicción es imposible, entonces está claro que un predictor no puede predecir los efectos de sus propios movimientos en su propio entorno cercano; es decir, la parte de su entorno sobre la que él influye de forma apreciable, lo que significa que la predicción desde dentro no puede realizarse con ningún grado de precisión que se haya estipulado; ahora bien, éste era un supuesto básico del determinismo; por tanto, el determinismo es falso. Además, como esta refutación proviene del uso exclusivo de la lógica, el determinismo -científico‖ es una doctrina que se contradice a sí misma.

❖ **La física del caos contra el determinismo clásico**

Darwin nos enseñó que el hombre está sumergido en el interior de una evolución biológica. Y Einstein nos ha enseñado que el hombre está sumergido en un universo en evolución. De esta forma, ha entrado en crisis el punto de vista atemporal de la física clásica que rechazaba la irreversibilidad como -ilusión‖ y, por esto, no permitiría el actual progreso de la investigación científica. Las modernas investigaciones sobre las estructuras disipativas y ***los sistemas alejados del equilibrio, ambos en el ámbito de la termodinámica, pretenden explicar cómo es posible que se forme un orden a partir del caos.***

Epistemologos contemporáneos como Y. Prigogine hacen hincapié en el carácter *irreversible del tiempo,* en contra de lo que supuso la mecánica clásica y, desde esta inspiración, también la ciencia clásica. Prigogine contrapone la ciencia moderna a la ciencia contemporánea. La primera, representada por Galileo, Newton y Laplace, está circunscrita a las nociones de *legalidad, determinismo* y *reversibilidad.* Por el contrario, la segunda otorga una gran importancia al azar, a lo aleatorio y espontáneo, siendo la irreversibilidad temporal la creadora de novedad. Esto significa que Prigogine se sitúa frente *al determinismo científico clásico,* oponiéndose también al reduccionismo de todos los fenómenos a leyes mecanicistas.
Prigogine propone una *nueva alianza entre las ciencias y las humanidades,* que tenga en cuenta al hombre en el interior de la temporalidad, que había sido expulsado por el determinismo clásico.

12.13. El determinismo y el estudio del hombre

Es tradicional distinguir en las ciencias tres grandes campos: las ciencias formales, las ciencias naturales y las ciencias humanas. El objeto de estudio de las primeras estaría formado por las matemáticas y la lógica, ciencias que, en principio, no hablan acerca del mundo y, con respecto a las cuales, no se plantea el problema del determinismo. Con respecto a las ciencias naturales, cuyo paradigma es la ciencia física, los estudiosos asumen que de alguna manera es viable algún tipo de determinismo, si no en el sentido de predecir el futuro, sí al menos en el sentido de tener un conocimiento exacto de las causas de los fenómenos naturales; según estas ciencias, un fenómeno natural quedaría explicado cuando somos capaces de decir cómo se

produce, por qué se produce y cuáles son las consecuencias (los efectos) del acaecimiento de ese fenómeno natural. Todo esto matizado con las críticas que los filósofos han realizado al principio de causalidad.
Por su parte, el objeto de estudio de las ciencias humanas es el hombre, tanto en su dimensión social como en su dimensión natural. El determinismo en estas ciencias estaría representado por aquella postura que dice que también la conducta del hombre es explicable en términos causales. Para explicar la conducta humana, a nivel individual, en términos causales, se recurre al denominado *silogismo práctico*. En su forma más simple este razonamiento procede como sigue:

- A tiene intención de *p* (e.g., ir mañana al teatro).
- A juzga que a menos que *q* no será capaz de *p* (e.g., reserve una entrada con antelación).
- Por consiguiente, A da los pasos precisos para *q*.
- Es fácil percatarse de lo que tiene que ver el razonamiento práctico con la explicación de la acción. Supongamos que A, de hecho, hace *q*. Deseamos saber *por qué*. Una respuesta satisfactoria a esta cuestión sería señalar que tenía la intención de *p* y que consideraba hacer *q* necesario para este fin. Y esta misma respuesta explicaría por qué trató de hace *q* en una ocasión en la que terminará fracasando.

Es muy natural decir aquí que la conducta de A vino *determinada* por su intención y por su actitud epistémica. Dada una y otra, hubo de hacer lo que de hecho hizo. Podemos referirnos a la intención y a la actitud epistémica como *determinantes* de la acción del agente y decir que ambas constituyen conjuntamente una *razón* o fundamento (suficiente) para hacer *q*. Podemos denominar *objeto de intención* de A a aquello por cuyo logro A emprende *q* y decir que la propia realización de *q* formaba parte de las *exigencias de la situación*, a los ojos de A, para llevar a cabo su acción.

Este tipo de argumento viene a decir, en suma, que la conducta de un agente racional está *determinada* por sus intenciones, y que si nosotros conocemos esas intenciones podremos predecir cuál será su conducta futura.

Ante este tipo de razonamiento von Wright plantea la siguiente objeción: supongamos que A consideraba hacer *q* suficiente, aunque no necesario, para alcanzar el objeto de su intención. A tiene intención de ir a la ciudad y sabe que habrá de usar un medio de transporte público para llegar allí –pongamos por un caso un autobús o un tren. Da los pasos precisos para tomar el autobús. ¿También aseguraríamos en este caso que su elección efectiva del autobús se halla enteramente explicada, determinada, por lo que se proponía hacer y por lo que sabía acerca de los medios de llevar a efecto su intención?
Obviamente,*no* aseguraríamos esto. El proceder que podemos explicar sobre la base de los hechos, según han sido presentados, es la –acción disyuntiva‖ consistente en que el agente toma el autobús *o*toma el tren.. De modo que, si ahora resulta que elige el autobús, lleva a cabo la acción disyuntiva. *Esta* acción viene entonces completamente determinada por las intenciones y creencias del agente –pero no su opción efectiva por una alternativa particular.

Ahora bien, ¿no podría hallarse determinada asimismo dicha opción? Podría, ciertamente. Pueden haber existido diversas *razones* para su elección del viaje en autobús; tal vez resulte más seguro o más barato o más rápido que el viaje en tren. Si cabe atribuir su opción por un medio de transporte a alguna razón de este género, entonces también es correcto calificar a la opción de determinada. Pero es importante advertir que, aun *pudiendo* estar determinada en este sentido la opción de una persona entre cursos alternativos, *no necesariamente* lo está. Empeñarse en esto evidencia puro dogmatismo determinista. La opción *puede* resultar por entero —fortuita.

12.14. El postulado de la objetividad

12.14.1. El significado del principio de incertidumbre y el postulado de la objetividad

Heisenberg afirmó que los conceptos clásicos del mundo cotidiano también existen en el principio de incertidumbre, pero sólo pueden emplearse en la forma restringida que las relaciones de incertidumbre revelan. Cuanto con más precisión se conozca la posición de una partícula, tanto más imprecisamente conoceremos su momento, y viceversa.
Para explicar su principio de incertidumbre, Heisenberg utilizó el ejemplo de la observación de un electrón. Sólo se pueden ver las cosas mediante su observación, lo que implica el impacto de fotones de luz sobre ellas y sobre nuestros ojos. Un fotón no altera mucho a un objeto como una casa, por lo que no es de esperar que una casa se vea afectada porque se la observe. Para un electrón, en cambio, las cosas son muy distintas. Un electrón es tan pequeño que para verlo se debe usar energía electromagnética de una longitud de onda corta; la radiación de este tipo es muy energética, y cualquier fotón que tras rebotar en un electrón pueda ser detectado por el dispositivo experimental habrá cambiado drásticamente la posición y el momento del electrón. Con esto tenemos una idea sobre la imposibilidad de medir con absoluta precisión, y simultáneamente, la posición y el momento de un electrón. Pero lo que el principio de incertidumbre plantea es que, de acuerdo a la ecuación fundamental de la mecánica cuántica, no existen cosas tales como un electrón poseyendo simultáneamente una posición precisa y un momento preciso. La conclusión de Heisenberg es que «*no podemos conocer*, por principio, el presente en todos sus detalles». Aquí es donde la teoría cuántica se libera del determinismo de las ideas clásicas. Para Newton sería posible predecir por completo el futuro si se conociera la posición y el momento de cada partícula del universo; para los físicos modernos, la idea de tan perfecta predicción no tiene sentido, porque no se puede conocer con precisión absoluta ni siquiera la posición y el momento de una partícula.

Un aspecto importante del principio es que no opera en el mismo sentido hacia adelante y hacia atrás en el tiempo. Las relaciones de incertidumbre indican que no es posible conocer la posición y el momento simultáneamente y consiguientemente no es posible predecir el futuro; el futuro es esencialmente impredictible e incierto. Pero es compatible con las reglas de la mecánica cuántica idear un experimento a partir del cual se pueda calcular exactamente cuál *era* la posición y el momento de una partícula en algún instante del pasado. El futuro es esencialmente incierto; no se sabe con certeza hacia dónde vamos. Pero el pasado está exactamente definido; se sabe exactamente de dónde venimos. Nos movemos desde un pasado conocido a un futuro incierto, y constituye una característica fundamental del mundo cuántico.

La interpretación de Copenhague de este principio nos dice que mientras en la física clásica concebimos que un sistema de partículas en dirección funciona como un aparato de relojería, independientemente de que sean observadas o no, en física cuántica el observador interactúa con el sistema en tal medida que el sistema no puede considerarse con una existencia independiente. Escogiendo medir con precisión se fuerza a una partícula a presentar mayor incertidumbre en su momento. En física clásica se pueden describir las posiciones de las partículas con precisión en el espacio-tiempo, y prever su comportamiento de forma precisa; en física cuántica no se puede.

Las consecuencias de esto son: en primer lugar, se ha de aceptar el hecho de que observar una cosa la cambia y que el observador forma parte del experimento; es decir, no hay un mecanismo que funcione independientemente de que se le observe o no. En segundo lugar, toda la información la constituyen los resultados de los experimentos. Lo que se puede deducir de los experimentos es la probabilidad de que si al observar el sistema se obtiene el resultado A, otra observación posterior proporciona el resultado B. Nada se puede afirmar sobre lo que pasa cuando no se observa, ni de cómo pasa el sistema de A a B, si es que pasa. A veces las cosas se observan en el estado A, a veces en el B, y la cuestión de qué hay en medio o de cómo pasan de un estado a otro carece completamente de sentido.
Con respecto a la mecánica clásica se han producido dos cambios fundamentales:

1°) Hay límites al conocimiento sobre lo que una partícula está haciendo mientras se la observa.

2°) *No tenemos ni idea de lo que esa partícula está haciendo cuando no la observamos.* El dato es la observación. Una observación experimental sólo tiene sentido en el contexto del experimento y no puede utilizarse para extrapolaciones sobre características no observadas.

¿Cuáles son las consecuencias de esto?. No sólo se niega la objetividad del conocimiento científico – cosa que era sagrada en la mecánica clásica – sino que, incluso, se afirma, no podemos afirmar con absoluta certeza que ese mundo físico exterior a nosotros que pretendemos conocer mediante la ciencia exista cuando nosotros lo observamos. Esta sorprendente conclusión procede del siguiente razonamiento: si seguimos correctamente el recetario cuántico, se puede realizar un experimento que produzca unos resultados susceptibles de interpretarse como indicadores de la existencia de una cierta clase de partícula. Casi siempre que se sigue la misma receta, se obtienen los mismos resultados. Pero su interpretación en términos de partículas se da en nuestra mente, y puede que no sea más que una ilusión coherente. Las ecuaciones no indican nada acerca del comportamiento de las partículas cuando no son observadas. Si no se puede decir lo que hace una partícula cuando no está siendo observada, tampoco se puede decir si existe en tanto no se observa, y es razonable sostener que los núcleos y los positrones no existieron con anterioridad al siglo veinte, porque nadie vio uno antes de 1900. En el mundo cuántico se trata sobre lo que se observa, y nada es real; lo más a lo que se puede aspirar es a lograr un conjunto de ilusiones que sean coherentes entre sí.

12.14.2. El postulado de la objetividad y la teoría popperiana de los tres mundos

La objetividad es el carácter específico de lo objetivo. Y esta noción puede entenderse de diversas maneras, sea como lo opuesto a los subjetivo, sea la subjetividad trascendental al modo kantiano, o sea como lo entiende Popper, como desvinculación de la ciencia respecto de su sujeto. La objetividad es la referencia a un objeto, por lo que significa la *oposición a lo que es meramente subjetivo*. En la distinción entre objetividad y subjetividad se entiende que, con la primera se analizan las cosas a tenor de sus propiedades esenciales, mientras que con la subjetividad se analizan las cosas tal y como éstas afectan al hombre. La objetividad hace relación a la posibilidad de poseer razones comprobables, las cuales sirven de soporte a una creencia que se estima como verdadera. En la filosofía de la ciencia, la objetividad expresa el ideal del conocimiento científico. En su sentido —suave‖ quiere designar que la verdad científica debe ser comprobada sin tener en cuenta los intereses subjetivos. Pero, como no es posible que observemos los objetos sin que dispongamos de algún tipo de mediación hermenéutica, la objetividad depende de la intersubjetividad, y ésta, para algunos, no puede escapar de la acusación de relativismo. De ahí que Popper proponga un -*mundo 3*‖ donde ubicar esta objetividad.

Según Popper, como conocimiento objetivo, la objetividad posee existencia propia, como perteneciente al -*mundo 3*‖, y se trata de una *ciencia objetiva que carece de sujeto*. Los objetos del *mundo 3* no son cosas del mundo de lo tangible ni del mundo de la psique, pero tienen verdadera realidad -objetiva‖. Popper afirma que podemos distinguir tres mundos: a) el mundo de los objetos físicos o de los estados físicos; b) el mundo de los estados de conciencia, de los estados mentales y de las disposiciones conductuales para actuar; c) el mundo de los contenidos objetivos del pensamiento, especialmente del pensamiento científico y poético y de las obras de arte.

En *La lógica de la investigación científica* elabora una teoría epistemológica objetivista. La objetividad se fundamenta en la información y en la teoría. Y una teoría o metodología científica es objetiva cuando puede someterse a discusión y es susceptible de refutación o falsación. Aunque la característica fundamental del conocimiento objetivo, de la objetividad, es que se trata de *un conocimiento sin sujeto cognoscente*, fruto de una evolución de conocimientos almacenados (que son los constituyentes del *mundo 3*) y repetidos en diversas ocasiones y por diversos sujetos. Según Popper el conocimiento objetivo, identificado con la ciencia, es *una institución social, o un conjunto o estructura de instituciones sociales*.

El *mundo 3* es el mundo de las teorías, los libros, las ideas, los problemas, e incluye también las relaciones sociales e incluso el contenido lógico de nuestro código genético. Sus contenidos son reales, —más o menos tan reales como los libros o las sillas físicas‖. Y se trata de un mundo completamente autónomo respecto del sujeto, de forma que este *mundo 3*, aunque es una creación del hombre y no de los dioses, a su vez crea su propio ámbito de autonomía. Desde esta perspectiva, según Popper, podemos realizar descubrimientos teóricos de una manera semejante a como podemos hacer descubrimientos geográficos.

Para Popper, los valores, así como los problemas y las tradiciones, han de ser sometidos a una crítica radical. Esta actitud racionalista se basa en una *fe irracional en la razón*, desde donde

arranca su *postulado de la objetividad*. La decisión a favor de la razón es ella misma irracional, ya que no se encuentra determinada a sí misma por argumentos.

El mundo 3 opera con una especie de -selección natural‖ que discierne las teorías entre caducas (las invalidadas o falsadas) y teorías -verosímiles‖ (las que momentáneamente no han sido falsadas).

De esta forma, la metodología científica adquiere con Popper una concepción *ontológica objetiva*: ¿qué clase de entidad poseen las construcciones ideadas por los científicos a lo largo de la historia de la ciencia? Para responder a esto Popper distingue entre la *gnoseología o teoría del conocimiento* y la *epistemología científica*. Según él, la primera (en las versiones, por ejemplo, de Locke, Hume o Russell) ha centrado su investigación en el *conocimiento subjetivo*, ligado intrínsecamente al *sujeto* y a *su sujeto*, mientras que la *epistemología* debe centrarse en el *conocimiento científico*, en el *conocimiento de la objetividad*, en un conocimiento objetivo que Popper concibe *sin sujeto*.

La hipótesis del *mundo 3*, con su *postulación de la existencia objetiva de las teorías científicas*, va ligada a su propuesta de una *epistemología sin sujeto*. En lugar de centrarse en las propuestas o en las creencias de un científico individual, o en su genialidad subjetiva, el epistemólogo debe investigar las conjeturas, las hipótesis, las teorías, las leyes, los libros, las revistas científicas, etc., donde se plasma *objetivamente* la ciencia, que parece tener vida autónoma, al margen del sujeto que las ha ideado.

12.14.3. Jacques Monod: azar, necesidad y el postulado de la objetividad

En *El azar y la necesidad*, Monod analizó biológica y filosóficamente algunos aspectos esenciales de la moderna biología, en particular la teoría evolucionista, donde estima que el papel fundamental en el desarrollo de los genes debe otorgarse al azar, al mismo tiempo que defiende la necesidad de la selección natural así como la negación del principio de causalidad. Para él, en todos los seres vivientes encontramos tanto una *invariabilidad reproductora* como una *teleonomía* (que no es ningún tipo de finalismo teleológico, sino sólo su -apariencia‖ en los seres vivos).

Monod critica las explicaciones holistas de la teleológica, que presuponen una cierta -alianza‖ entre el hombre y la naturaleza. Para Monod, el azar es la noción fundamental de la biología moderna, reinando particularmente en el nivel microscópico. Asimismo, las propiedades básicas de los seres vivientes deben ser compatibles con el segundo principio de la termodinámica, según el cual la energía ni se crea ni se destruye, sino que se transforma. El azar interviene también en el patrimonio genético de todos los seres vivientes, asumiendo el DNA la función de puente entre invarianza y teleonomía en la estructura celular. Se trata de un tipo de azar completamente esencial. Esto se concreta de dos maneras:

1. En lo concerniente a la *mutación casual de la cadena genética*, que está producida en exclusiva por *un error de transcripción*; esta mutación está debida básicamente al azar, por lo que hoy sabemos.
2. En lo concerniente a las *consecuencias funcionales de la mutación*, la cual depende también de las concretas condiciones del ambiente donde vive cada especie.

El azar también, según él, se encuentra íntimamente inscrito en la estructura cuántica, uniéndose al segundo principio de la termodinámica, que es el que dirige (con el azar), todos los procesos de la evolución. La dotación genética se muestra como fruto del azar, siendo el ácido desoxirribonucleico el que sintetiza la invariancia con la teleonomía. Desde estos parámetros Monod investiga la idea misma de evolución, insistiendo en la necesidad de despojarse del temor a la idea del azar, particularmente de parte de una concepción ideológica como la judeocristiana, que afirma el creacionismo por parte de Dios y la teleología de la vida.

En cuanto a su negación del principio de causalidad, imaginemos que un señor camina por una calle y le cae un ladrillo en la cabeza. Que éste no cae por casualidad sino por leyes físicas (como la de la gravedad), es algo que Monod admitiría. En la caída de este ladrillo, para Monod, se trataría de un azar fáctico, un desconocimiento de todos los factores que intervienen en ese proceso, pero Monod insistiría indicándonos que existe un azar *esencial*. Monod ofrece este ejemplo: imaginemos que mienbras Dubois trabaja en la reparación de un tejado, pasa por la calle el señor Dupont. El primero suelta por inadvertencia el martillo, el cual cae sobre la cabeza de Dupont matándolo. Estamos ante un acontecimiento completamente imprevisible. Pues bien, esto es lo que sucede, según Monod, con las mutaciones genéticas que se dan en el proceso de autoduplicación del código genético: completamente imprevisibles, y no tienen nada que ver con causas, ni lejanas ni inmediatas. Para Monod, con estas mutaciones imprevisibles se ha originado el cambio de las especies biológicas, las cuales, una vez conseguidas por azar, tiende a consolidarse.

Monod se sitúa en un *materialismo*, y toma como punto de partida lo que él ha denominado *postulado de la objetividad*. Monod afirma que la piedra angular del método científico es el *postulado de la objetividad* de la naturaleza. Esto es, la negativa sistemática de considerar capaz de conducir a un –verdadero|| conocimiento la interpretación de los fenómenos dada en términos de causas *finales*. La filosofía de la ciencia puede datar con exactitud el descubrimiento de este principio. La formulación, por parte de Galileo y Descartes, del *principio de inercia*. Este principio no sólo fundaba la mecánica, sino también la epistemología de la ciencia moderna, superando para siempre tanto la física como la cosmología de Aristóteles. Ni la razón, ni la lógica, ni la experiencia, ni la idea de la confrontación sistemática habían faltado a los predecesores de Descartes. Pero la ciencia, como hoy se entiende, no podía constituirse sobre esas bases precartesianas. Le faltaba la censura austera planteada por el *postulado de la objetividad*.

El postulado de la objetividad es consultancial a la ciencia y ha dirigido el desarrollo de ésta en los últimos tres siglos. Esta objetividad nos obliga a reconocer el carácter teleonómico de los seres vivos, nos obliga a admitir que en sus estructuras, éstos realizan y prosiguen proyectos. El objeto de las ciencias empíricas es buscar causalidades físico-químicas, eficientes y no los fines o la finalidad perseguida. La cuestión de para qué sirve un miembro no es despreciable en la anatomía, o la biología. La cuestión del fin, de la finalidad perseguida, es antropomórfica, es una cuestión utilitaria.

En el orden biológico existe una estructura concreta y especial: el proceso va de la materia más simple a la materia más compleja. Se caracteriza por un constante crecimiento de la organización, de la composición y de la información. Biológicamente este proceso se desarrolla en una mayor capacidad del sistema nervioso y en un aumento del psiquismo.

¿Podemos afirmar, entonces, que la evolución biológica (y la cósmica, por ende) tiene una finalidad? La idea de proyecto implica, como presupuesto, que existe, sea al principio, sea a mitad de la evolución, un plan; es decir, estamos suponiendo una cierta conciencia, una especie de razón universal. Objetivamente la evolución cósmica y biológica incluye una orientación y un sentido; esto no es negable, pues la evolución misma de las especies lo ha demostrado irrefutablemente. Pero falta por saber si también incluye una finalidad. Monod afirma que la ciencia positiva, como tal, no está capacitada, por su propio método, para perseguir los fines, sino que ella trata de comprender la génesis, las estructuras y las causalidades físico-químicas. No compete a la ciencia experimental descubrir si todo esto implica una finalidad, si existe un proyecto preconcebido en el interior de la naturaleza.

CAPÍTULO Nº 13

Epistemología y Filosofía de la ciencia

Introducción

Actualmente en los círculos académicos existe mucha confusión entre los términos –Epistemología‖ y –Filosofía de la ciencia‖ ambas disciplinas directamente realcionadas con la –Gnoseología‖ o –Teoría del conocimiento‖.

Si definimos a la Gnoseología como la disciplina que se ocupa del estudio del conocimiento en general visto desde una perspectiva filosófica; esta disciplina no es más que una teorización respecto al acto del conocer. Frente a esto, la Epistemología es la disciplina que se ocupa del estudio del conocimiento científico. Es *–Una reflexión crítica sobre la ciencia"*, un teorizar cognoscitivo, apuntando sobre el campo de las ciencias. Es la *"gnoseología del conocimiento científico"*.

Por otro lado, los problemas que enfrentan las ciencias son numerosos y diversos y el avance científico siempre trae consigo problemas de tipo filosófico como cuando tratamos de entender la curvatura del espacio-tiempo Einsteniano, o cuando la Mecánica cuántica rompe con el principio de causalidad y el mundo atómico está sujeto al azar, o cuando nos preguntamos si una teoría científica refleja la realidad tal como es, o son simples modelos o instrumentos de cálculo que utiliza el investigador para avanzar su ciencia sin importar el correlato empírico. De todo esto y del cúmulo de interrogantes desprendidas del campo de las ciencias, de sus logros o planteos de ocupa la Filosofía de las ciencias.

Podemos adelantar diciendo que la Filosofía de la ciencia es la disciplina que se ocupa del estudio de los problemas filosóficos que trae consigo la labor científica y su propio avance, siendo las revoluciones científicas y sus consecuencias las que han creado la necesidad de establecer y desarrollar esta nueva disciplina.

13.1. ¿Qué es la filosofía de la ciencia?

Son muchas las definiciones dadas sobre este amplio y basto campo de la filosofía; pero en términos generales podemos decir que: La filosofía de la ciencia se ocupa de la reflexión (en mucho normativa) acerca de lo que se hace en las áreas de investigación que ofrecen las, diferentes disciplinas científicas.

Dos son las proposiciones básicas que permiten construir la ciencia; proposiciones que, además, son filosóficas:

1.-La **naturaleza** es *regular*, *uniforme* e *inteligible*.
2.-El **ser humano** es capaz de comprender la naturaleza.
Lo que intenta la filosofía de la ciencia es explicar cosas como:

- la naturaleza y la obtención de las **teorías** y conceptos científicos;
- la relación de éstos con la **realidad;**
- cómo la ciencia explica, predice y controla la naturaleza;
- los medios para determinar la validez de la **información;**
- la formulación y uso del **método científico;**
- los tipos de **razonamiento** utilizados para llegar a conclusiones;
- las implicaciones de los diferentes métodos y modelos de ciencia.

En definitiva, trata de establecer las condiciones en las que un conocimiento pueda ser considerado válido, es decir, aceptado como verdadero por la comunidad científica. La filosofía de la ciencia se ocupa del conocimiento científico (que, tradicionalmente, se distingue de otros tipos de conocimiento, como el ético o estético)

Mayormente se considera a la Filosofía de la Ciencia, como la disciplina que se ocupa de la investigación sobre la naturaleza general de la práctica científica que tiene como objetivos: saber como se desarrollan, evalúan y cambian las teorías científicas, y si la ciencia es capaz de revelar la verdad de las entidades ocultas y los procesos de la naturaleza. Pero estas definiciones no agotan todo el amplio dominio de esta disciplina, pues; contemplada desde una perspectiva filosófica, la ciencia sugiere un número considerable de interrogantes que no interesan primariamente al científico, porque no son preguntas propias de la ciencia real, a saber, tales como: la definición y clasificación de los conceptos científicos; el problema de los términos teóricos de la ciencia; la naturaleza de las leyes científicas; la estructura lógica, evolución y cambio de las teorías científicas; la contrastación empírica de las hipótesis y teorías; la lógica de la inferencia científica; la explicación científica; el azar y la necesidad; el progreso científico; la fundamentación del conocimiento; el significado y la referencia de los términos de la ciencia; la verdad, la simplicidad, la utilidad etc. Estas cuestiones, y muchas más, que son las que interesan al filósofo o teórico de la ciencia, constituyen las preguntas de carácter metodológico, lógico, epistemológico y semántico que agotan el objeto de la filosofía de la ciencia, que se constituye así como una disciplina *metacientífica*: mientras la ciencia investiga el mundo, la teoría de la ciencia estudia la ciencia misma. Su objeto es tan antiguo y se halla tan extendido como la ciencia misma. Algunos científicos han mostrado mucho interés por la filosofía de la ciencia y pocos de ellos han hecho importantes contribuciones, como es el caso de Galileo, Newton, Einstein. Sin embargo, la mayor cantidad de científicos prefieren –hacer ciencia‖ sin tener en cuenta -como se hace la ciencia‖ dejando el tema exclusivamente para los filósofos de la ciencia.

13.2. Notas históricas de la filosofía de la ciencia.

La *filosofía de la ciencia* no se denominó así hasta la formación del Círculo de Viena, a principios del siglo XX. En la misma época, la ciencia vivió una gran transformación a raíz de la teoría de la relatividad y de la mecánica cuántica.

En la filosofía de la ciencia actual las grandes figuras son, sin lugar a dudas, Karl R. Popper, Thomas Kuhn, Imre Lakatos y Paul Feyerabend.

El origen oficial o público de la filosofía *actual* de la ciencia puede situarse en el Primer Congreso sobre Epistemología de las Ciencias Exactas, celebrado en Praga del 15 al 17 de septiembre de 1929. La propuesta de su celebración fue sugerida por Hans Reichenbach, y su organización corrió a cargo de la Sociedad Ernst Mach de Viena en colaboración con la Sociedad de Filosofía Empírica de Berlin. La invitación a participar en el mismo fue incluida en la invitación a asistir al Quinto Congreso de Físicos y Matemáticos Alemanes, una vez que la Sociedad Alemana de Físicos aceptase la vinculación del citado Primer Congreso con el de físicos y matemáticos. Algunas ponencias, como la de Philipp Frank, que también leyó el discurso de apertura: «¿Qué representan las teorías físicas actuales para la teoría general del conocimiento?» y la de Richard von Mises: «Sobre regularidad causal y estadística en la física»,fueron presentadas en el Congreso de Físicos y Matemáticos. El hecho pues, por una parte, de la concurrencia de físicos, matemáticos y filósofos en un congreso en el que se discutió sobre la concepción científica del mundo (del Círculo de Viena), sobre probabilidad y causalidad, y sobre cuestiones fundamentales de lógica y matemáticas, y la circunstancia, por otra parte, de que en sucesivos congresos y publicaciones se fuera desarrollando la temática discutida en este Primer Congreso, hasta formar parte del cuerpo de cuestiones que hoy constituye buena parte - académicamente hablando- de la filosofía, o teoría, de la ciencia, invitan a considerar justamente situado el origen de esta moderna disciplina. Este hecho no debe hacernos olvidar sin embargo la existencia de una filosofía de la ciencia precedente con concepciones tales como el *pragmatismo* de J. Dewey y W. James, el *convencionalismo* de H. Poincaré, el *instrumentalismo* de P. Duhem, el *operacionalismo* de P.W. Bridgmann, así como la moderna *filosofía de la naturaleza* de W. Ostwald y H. Dingler, el *atomismo lógico* de Russell y el *empiriocriticismo* de Mach y Avenarius.

Más precisamente, la filosofía de la ciencia nace sobre el trasfondo de una disputa que concierne la esencia misma de la metodología científica: frente a la cuestión central del positivismo o empirismo lógico, o neopositivismo: «¿cuál es la base de certeza a la que es reducible el conocimiento?», Karl Popper planteó la siguiente, característica de su posición denominada posteriormente *racionalismo crítico:* «¿cómo podemos criticar óptimamente nuestras teorías?». Esta divergencia básica determinó también dos actitudes radicalmente opuestas acerca tanto del *criterio de demarcación* entre ciencia y pseudociencia -el de *falsabilidad en sentido lógico* de Popper, frente al criterio neopositivista de *verificabilidad en principio-*, como sobre la posibilidad de una lógica o teoría del aprendizaje inductivo a partir de la experiencia.

El título del libro de Karl Popper, publicado por vez primera en Alemania en 1979, *Los dos problemas fundamentales de la epistemología*, que constituye la versión originaria de su *Lógica de la investigación científica* de 1935, refiere el hecho de que para Popper las dos cuestiones candentes de la teoría de la ciencia eran: el problema de la demarcación entre ciencia y pseudociencia, y el problema de la inducción. Por contra Rudolf Carnap defenderá en "Testability and Meaning", en 1936, que los dos temas principales de la teoría del conocimiento son: el problema del significado y el de la verificación.

La historia de la filosofía de la ciencia enseña sin embargo que los problemas principales de la teoría de la ciencia empírica realmente son el del método científico y el de la epistemología de la ciencia. El primero engloba el problema de la naturaleza de la relación teoría-experiencia -incluido el de la probabilidad inductiva-, el problema de la explicación y el problema de la

racionalidad científica, y el segundo concierne la pregunta por la forma, posibilidades y límites del conocimiento científico, e incluye como cuestión histórica fundamental el debate realismo instrumentalismo.

Constituye una curiosa circunstancia que los problemas del método y de la epistemología tengan un origen casi común: éste echa sus raíces en la polémica provocada por el llamado *problema de los planetas de Platón*, cuya *disolución* definitiva correría a cargo de Johannes Kepler; el problema del método científico por su parte tiene su origen en Aristóteles. Así, mientras la disputa *realismo* vs. *instrumentalismo* abre en la filosofía occidental el curso de los debates epistemológicos acerca de las posibilidades de una teoría del conocimiento científico, el problema de la inducción, llevado de la mano de Aristóteles a la escena metodológica, abre cauce a las discusiones en torno a la teoría de la inferencia científica.

La filosofía actual de la ciencia no se asienta empero sólo sobre la base del positivismo lógico del Círculo de Viena y del racionalismo crítico de Popper. Coincidiendo con ambos, el médico polaco Ludwik Fleck, que se anticipa en treinta años al historiador y filósofo norteamericano de la ciencia Thomas S. Kuhn, completará la orientación histórica o dinámica en teoría de la ciencia que ya propugnaba Karl Popper por aquellas fechas, poniendo especial énfasis en los condicionamientos sociales del conocer.

A partir de los años sesenta la orientación histórica de la filosofía de la ciencia ha dado paso a grandes controversias sobre las formas, métodos y metas del progreso científico. El coloquio internacional sobre Filosofía de la Ciencia, celebrado en Londres en 1965, cuyas ponencias fueron recogidas por Imre Lakatos en 1970 en *La crítica y el desarrollo del conocimiento*; la publicación por Paul K. Feyerabend en 1970 y 1975 de *Contra el método* y *Tratado contra el método*, respectivamente; la aparición en 1971 de la obra de Joseph D. Sneed: *The Logical Structure of Mathematical Physics*; el Coloquio sobre la Lógica y Epistemología del Cambio Científico, organizado en Helsinki por la Sociedad Filosófica de Finlandia en 1977, y cuyas ponencias aparecen recogidas en *Acta Philosophica Fennica,* 1978, pusieron de manifiesto durante los años setenta y ochenta la existencia de la polémica Popper-Kuhn- Lakatos acerca del desarrollo científico, del enfrentamiento del anarquismo epistemológico de Feyerabend con Popper, Kuhn y Lakatos, y de la rivalidad de las concepciones realista y estructuralista acerca del progreso científico. La aparición de versiones sofisticadas del realismo, en particular a partir de la propuesta de Hilary Putnam del *realismo interno* en *Razón, verdad e historia*, 1981, ha reavivado las discusiones epistemológicas, que se centran fundamentalmente en las discusiones entre el relativismo epistemológico y las versiones no ingenuas del realismo científico. Un buen ejemplo lo constituye el *relativismo evolucionista* de Gonzalo Munévar, 1998. Finalmente, las concepciones *neopragmáticas* de la ciencia, de Richard Rorty y Bastiaan van Fraassen entre otros, parecen abrir sendas a una nueva imagen de la ciencia que, al tiempo que renuncia a una pretensión de conocimiento del *mundo real*, no acepta el principio relativista del *todo vale*, y hace hincapié en la racionalidad intrínseca del real proceder de la ciencia.

En paralelo a este debate la teoría cuántica ha venido consolidándose durante los últimos decenios como un excelente banco de prueba de varios de los planteamientos epistemológicos más serios. No le faltaba razón a Popper cuando en 1994 aseveraba que la ciencia es capaz de resolver problemas filosóficos.

13.3. Definiciones fundamentales

1. Epistemología y Gnoseología

La epistemología es el estudio de la producción y validación del conocimiento científico. Se ocupa de problemas tales como las circunstancias históricas, psicológicas y sociológicas que llevan a su obtención, y los criterios por los cuales se lo justifica o invalida. Muchos autores franceses e ingleses, identifican el término -epistemología‖ con lo que en español se denomina gnoseología o -teoría del conocimiento‖, rama de la filosofía que se ocupa del conocimiento en general: el ordinario, el filosófico, el científico, etc. De hecho, la palabra inglesa "epistemology" se traduce al español como "gnoseología". Pero aquí consideraremos que la epistemología se restringe al conocimiuento científico.

M. Bunge identifica la Epistemología con la filosofía de la Ciencia, definiéndola como -la rama de la filosofía que estudia la investigación científica y su producto, el conocimiento científico‖ pero la mayoría de autores considera a la filosofía de la ciencia como más amplia que la epistemología. Algunas suposiciones que son discutidas en el marco de la filosofía de la ciencia no son cuestionadas por la epistemología, o bien se considera que no influyen en su objeto de estudio. Por ejemplo, la pregunta metafísica de si existe una realidad objetiva que pueda ser estudiada por la ciencia, o si se trata de una ilusión de los sentidos, es de interés en la filosofía de la ciencia, pero muchos epistemólogos asumen que sí existe, o bien consideran que su respuesta afirmativa o negativa es indiferente para la existencia de métodos de obtención de conocimiento o de criterios de validación de los mismos. También podemos diferenciar la epistemología de una tercera disciplina, más restringida que ella: -la metodología de la investigación Científica‖. El metodólogo no pone en tela de juicio el conocimiento ya aceptado como válido por la comunidad científica, y sólo se concentra en la búsqueda de estrategias para ampliar el conocimiento. Por ejemplo, la importancia de la estadística está fuera de discusión para el metodólogo, pues constituye un camino para construir nuevas hipótesis a partir de datos y muestras. En cambio, el epistemólogo podría cuestionar el valor de esos datos y muestras, y de la misma estadística.

2. Definición y objeto de la Metafísica

La Metafísica es la rama de la filosofía que indaga sobre la naturaleza de las cosas, es decir interroga sobre la esencia íntima de que está constituido todo lo que existe . Se trata del problema relativo a la substancia originaria, al *primer principio* de las cosas, al fundamento del cual deriva todo lo existente. En otras palabras, se trata del problema del *ser* que plantea la siguiente pregunta: ¿Qué es lo que es, cuál es su origen, de dónde proviene todo lo que existe? Su definición la encontramos en el mismo vocablo que proviene de dos voces griegas (de *meta*= más allá y *ta física*= de la física) , siendo interesante observar que el concepto de metafísica coincide con la etimología del vocablo, pues se refiere a todo aquello que está más allá de lo físico, más allá del conocimiento sensible.

Este problema que se plantea el espíritu humano, tiene su fuente en nuestra propia existencia, de la cual todos tenemos noción, pero no sabemos cual es su *esencia.* En efecto, ¿Qué somos nosotros? ¿Qué es el mundo? ¿Somos materia? ¿Somos espíritu o somos ambas cosas a la vez? Y después de todo, ¿Qué es materia y qué es espíritu, en su esencia? Este y otros problemas, que tratan de las esencias, es el problema del ser, o sea el problema *Ontológico* (de onto=ser) del cual se ocupa la metafísica.

En resumen, la Metafísica se ocupa, pues, de aquello que sobrepasa los datos suministrados por la experiencia sensible. Lo –metafísico‖ está más allá del conocimiento sensible, mas allá de lo físico y en su tratamiento únicamente interviene la actividad de la razón pura. La metafísica aspira a llegar a la última realidad de que está constituido todo lo existente, a la esencia íntima de las cosas, a algo irreductible, a lo que es -*en sí*", a la naturaleza del *ser*.
Las interrogantes de la Metafísica no sólo se encuentran dentro de la filosofía pura o especulativa, también las encontramos en el dominio de la propia ciencia. Así por ejemplo. La pregunta: ¿Qué es un campo eléctrico? Podemos responderla dentro del marco de la ciencia, diciendo que es una región del espacio donde interactúan las cargas eléctricas; es una respuesta eminentemente conceptual o teorética que cae bajo el dominio de la ciencia Física. Pero si la pregunta la entendemos del modo: ¿En qué consiste o cuál es su naturaleza? No habría respuesta dentro del campo de la ciencia, pues nosotros no tenemos órganos sensoriales para intuir ningún campo eléctrico, solamente inferimos su existencia a partir de fenómenos observados con los cuerpos electrizados. Sería una pregunta metafísica, pues pretender conocer la esencia de un campo eléctrico, va más allá de la experiencia.

Puesto que los principios a que aspira llegar la metafísica son universales, y puesto que el objeto que trata de conocer es la realidad última, que esta detrás de los fenómenos que captan los sentidos, existe siempre el peligro de caer en múltiples errores por obra de la fantasía. De allí la necesidad de presentar siempre las interpretaciones metafísicas, como algo verosímil, como algo simplemente hipotético. Y esta advertencia también va con la propia ciencia. Como ejemplo se puede citar el caso de las modernas teorías de la física, que en su intento de explicar los fenómenos que ocurren en el micro y macro mundo, han lanzado hipótesis que desploman el sentido común y distorsionado la realidad sensible; han puesto en cuestionamiento el significado de la misma realidad o *realidad auténtica*. Nos encontramos en este momento ante el dilema, de saber ¿cuál es el límite o demarcación entre la Ciencia y la Metafísica? En otros términos: Necesitamos saber; cuándo un científico está construyendo teorías auténticamente científicas o cuando está especulando metafísicamente a través de su propia ciencia. En nuestros tiempos, es éste uno de los problemas centrales de la filosofía de la Ciencia, el que trataremos oportunamente.

3. Las Ciencias y sus Objetos [Teoría del objeto]

Todas las ciencias persiguen el mismo fin esencial que es el descubrimiento de las relaciones entre los fenómenos para llegar, donde es posible, a la formulación de leyes. Sin embargo, no estudian los mismos objetos, lo que da a cada una de ellas una fisonomía propia. Por esta razón necesitan de un método especial adecuado a la índole de los objetos que estudian.

No existe por lo tanto, una ciencia sino una pluralidad de ciencias, derivada de la naturaleza de los objetos.

Previa a toda clasificación de las ciencias importa saber cuáles son estos objetos y en qué consiste su naturaleza particular. Es necesario, pues aclarar, mediante un análisis, el concepto de objeto. Fue el filósofo Austríaco ***Alexius Von Meinong*** quien formuló por primera vez una teoría del objeto.

Un carácter esencial del objeto es su existencia, el hecho de -ser‖ un -ente‖. Pero esta existencia puede ser de dos clases: 1°, la existencia real y 2°, la existencia ideal.

Consideramos como ***reales*** a aquellos objetos que concebimos como existentes con independencia del sujeto que los piensa. Así, por ejemplo, consideramos como reales a los objetos que percibimos y a los cuales atribuimos un lugar en el espacio y un momento en el tiempo. Cuando esta realidad se refiere a algo empírico, hablamos de ***realidad física,*** si se refiere a algo psíquico, decimos que se trata de una *realidad psicológica o espiritual* y, por último si se hace referencia a ambas cosa a la vez, decimos que es una *realidad psicofísica,* neutra, como, por ejemplo, el hombre, según el punto de vista que se le considere.

Concebimos, en cambio, como objetos de existencia *ideal* aquellos objetos cuya existencia depende del pensamiento, es decir, aquellos que son pensados por el sujeto. Estos objetos no tienen existencia propia, ni pueden ocupar un lugar en el espacio, ni ser referidos a un momento determinado del tiempo. Por esta razón, se les llama también ***objetos ideales "intemporales‖***.
Hay que advertir que el término ***-ideal"*** no implica aquí ninguna ida de superioridad, es decir, que no se refiere a valor o a rango. Son objetos de existencia -ideal‖ los objetos de la matemática pura como los números, las figuras de la geometría, etc., así como también los conceptos, los juicios y los pensamientos de que se ocupa la lógica y ***los "valores‖*** que son los objetos de la estimativa: de la ética ,de la estética, etc.

13.4. Supuestos de las principales escuelas filosóficas

En sentido estricto, el contenido mismo de las ciencias no comprende conceptos filosóficos como tales, pero ellos soportan, en última instancia, los supuestos básicos referidos a la naturaleza de los objetos a los cuales se refieren y las posibilidades y niveles del conocimiento que se pueden lograr de ellos. Es decir, en el horizonte de su formación, las ciencias sociales y naturales contienen diversas hipótesis ontológicas y gnoseológicas las cuales, en una dimensión más amplia, también se encuentran en diferentes concepciones del mundo.

En la presentación que sigue se ha puesto énfasis en la forma que en estas escuelas enfrentan el problema del conocimiento de los objetos naturales y sociales. En este sentido, se debe tener presente que mientras algunas lo tratan con especial referencia al origen del conocimiento (el empirismo y el racionalismo, en particular), otras escuelas lo hacen desde la perspectiva de su esencia, es decir, de la relación entre objeto y sujeto (idealismo, materialismo y realismo). También se debe tener en consideración el hecho representado por diversas posiciones intermedias que se dan entre situaciones extremas, que combinan conceptos de unas y otras de estas últimas.

a. El materialismo

En términos generales, el materialismo es la doctrina (o doctrinas) según la cual todo lo que existe es materia, es decir, solo existe, en última instancia, un solo tipo de realidad que es la realidad material. La materia es, así, el fundamento de toda realidad y la causa de todas las transformaciones que se dan en ella.

Los orígenes del materialismo son muy antiguos. Para los antiguos filósofos griegos Demócrito y Epicuro (342- 270 a. C.) los elementos últimos de la realidad son los átomos, partículas indivisibles e indestructibles que se mueven en el espacio vacío. Las cosas físicas, los animales y los hombres están formados por átomos. Cuando cualquiera de ellos se desintegran se forman nuevas combinaciones de átomos. El pensamiento es una forma de sensación que, a su vez, es explicada como una forma de cambio que se produce en el alma de las personas. El alma resulta de la combinación de átomos que provienen de los objetos exteriores los cuales entran al cuerpo a través de los sentidos.

Cuando la persona muere, el alma se desintegra en sus átomos componentes.
En el siglo XX el materialismo está representado de manera principal por el materialismo dialéctico y por el fisicalismo. El materialismo dialéctico es la posición filosófica de Marx y Engels. Para ellos, la naturaleza es la materia que tiene existencia con independencia de ser pensada. El pensamiento y los fenómenos mentales se desarrollan a partir de la materia y deben ser explicados en términos físicos. El materialismo dialéctico tiene como una de sus preocupaciones centrales el cambio de la realidad. Consecuentemente, considera al mundo como un proceso en el cual, históricamente, se dan fenómenos nuevos y cada vez más complejos a partir de los más simples, siguiendo las leyes de la diáléctica: a) la ley de transformación de los cambios cuantitativos en cualitativos; b) la ley de interpenetración de los opuestos que reconoce la existencia de contradicciones en la naturaleza; y c) la ley de la negación de la negación, o sea, una situación dada es reemplazada por otra, de tal modo que lo nuevo surge de la negación de la situación anterior y ésta es de nuevo negada y reemplazada, por otra nueva situación (el feudalismo es negado por el capitalismo; éste, a su vez , será negado por el socialismo).

El término dialéctica en la filosofía de Marx y Engels deriva del concepto de Hegel para referirse al proceso de cambio en la historia y en la naturaleza. Pero mientras para este último la base de tal proceso era el espíritu, para los primeros esa base era la materia.

De ahí que se diga que la dialéctica de Hegel fue puesta de cabeza por Marx y Engels. La segunda forma de materialismo presente en el siglo XX es el fisicalismo, propuesto por algunos miembros del positivismo lógico (Círculo de Viena). Según ellos, un enunciado sólo tiene significado si puede ser verificado. Con relación a enunciados de tipo psicológico, ellos sólo tienen significado si se expresan en una conducta corporal. De este modo, la psicología es una parte de la física. Al respecto, conviene hacer notar que el conductismo que admite sólo los datos que pueden ser observados es una forma de fisicalismo.

b. El racionalismo

Hay varias formas de racionalismo, como el metafísico (toda la realidad es de carácter racional), psicológico (el pensamiento es superior a las emociones y a la voluntad) y el racionalismo gnoseológico o epistemológico que afirma que es posible conocer la realidad mediante el pensamiento puro, sin necesidad de ninguna premisa empírica. En esencia, esa es la posición de tres de los más destacados representantes del racionalismo: Descartes, Leibniz y Spinoza. Por ejemplo, Descartes probó la existencia de Dios y del mundo físico a partir de la premisa racionalmente indudable -pienso, luego existo‖. El conocimiento es propiamente tal cuando tiene necesidad lógica y validez universal. Sólo la razón puede permitir decir que una cosa es como es y no puede ser de otra manera. Sólo la razón tiene la capacidad de obtener por

sí misma, mediante la deducción a partir de las ideas innatas, otros conocimientos del tipo -todo efecto tiene una causa-, que es evidente pues establece una relación necesaria. Tales conceptos reciben el nombre de juicios sintéticos, que por tener su origen en la razón son conocimientos ¡a priori!

El racionalismo moderno ha tomado diversas formas, alejadas de las pretensiones más extremas expresadas en los siglos XVII y XVIII. Se mantiene, desde luego, la importancia de la razón en el conocimiento de la realidad dentro de los diversos usos del términos -racionalismo-. A ellos corresponden las posiciones epistemológicas de Gastón Bachelard y de Karl Popper que destacan tanto el papel de la razón y de la experiencia empírica en la investigación científica.

c. El empirismo

El empirismo (del griego -empeira- = experiencia) sostiene que todo conocimiento se basa en la experiencia, afirmación con la cual se opone directamente al racionalismo para el cual, según acabamos de ver, el conocimiento proviene, en gran medida, de la razón. Para el empirismo radical, la mente es como una -tabla rasa- que se limita a registrar la información que viene de la experiencia. De manera semejante al racionalismo, se distinguen tres tipos de empirismo: 1) el psicológico, para el cual el conocimiento se origina totalmente en la experiencia; 2) el empirismo gnoseológico que sostiene que la validez de todo conocimiento tiene su base en la experiencia; y 3) el empirismo metafísico según el cual no hay otra realidad que aquella que proviene de la experiencia y, en particular, de la experiencia sensible.

El empirismo fue desarrollado esencialmente por una serie de filósofos ingleses entre los que se destacan Locke, Hume y J. S. Mill.
El empirismo niega la existencia de ideas innatas, invocadas por los racionalistas, las cuales, según ellos, pueden ser descompuestas en conceptos más simples que se derivan de la experiencia o bien esos conceptos no son conceptos genuinos ya que no se les puede asignar ningún significado (por ejemplo, el concepto de sustancia de los racionalistas que es una mera palabra de carácter metafísico, pero que no significa nada). También los empiristas niegan que haya verdades necesarias a priori, como dicen los racionalistas. Por otro lado, el empirismo acepta los juicios sintéticos a priori, pero basados en la experiencia, a diferencia de los racionalistas para quienes esos juicios serían verdades autoevidentes, válidos con independencia de la experiencia.
Finalmente, el empirismo rechaza toda metafísica y, de manera inversa, da a la ciencia un alto valor como medio superior de adquirir conocimientos.

Una parte importante de la investigación en ciencias sociales tiene bases en algunos supuestos principales del empirismo, desde luego, el valor dado a la experiencia como origen del conocimiento y como última instancia de contrastación de las teorías. Pero, justamente, en cuanto reconoce que la ciencia está compuestas de teorías, el empirismo científico reconoce el papel de la razón en la práctica científica y en el desarrollo de la ciencia. En tal posición se puede clasificar al sociólogo francés Emile Durkheim que para sus opositores es uno de los más destacados empiristas dentro de las ciencias sociales, como lo es también para ellos un positivista, en cuanto a la importancia dada al método de las ciencias naturales en la investigación social.

d. El realismo

De igual manera que en las otras escuelas filosóficas, es posible distinguir varios tipos de realismo. Como realismo metafísico, el término realismo fue utilizado por primera vez para designar la posición según la cual las ideas generales o universales, como se decía entonces, tienen existencia real, independientes de ser pensadas o no. Como realismo gnoseológico afirma que el conocimiento es posible sin necesidad de que la conciencia imponga sus propias categorías a la realidad. Dentro de esta corriente se encuentran filósofos y epistemólogos como Bertrand Russell, G. E. Moore y Mario Bunge, en nuestros tiempos. Todos ellos se oponen a toda forma de idealismo.

Dentro del realismo gnoseológico se distinguen tres versiones: 1) el realismo ingenuo para el cual el conocimiento es una reproducción exacta de la realidad; 2) el realismo crítico, que afirma que no podemos aceptar sin crítica el conocimiento dado por los sentidos, pues debemos someter a examen tal conocimiento para comprobar en qué medida corresponde a la realidad tal cual ella se da; tal examen acerca este tipo de realismo al racionalismo; y 3) el realismo científico para el cual es la ciencia la que proporciona el mejor conocimiento de la realidad; en ella, la razón y la experiencia se necesitan para conocer la verdad. Según su principio básico, el racionalismo científico rechaza otro tipo de conocimiento que pretenda tener el valor de verdad, como el conocimiento ordinario, el conocimiento religioso, el conocimiento místico y el metafísico.

El filósofo de las ciencias Mario Bunge tiende, desde la posición del realismo científico, a la cual se adhiere, un puente hacia el materialismo en la forma que se indica a continuación: Todo ente material es cambiable cuando menos en lo que se refiere a su posición respecto de otros entes materiales. Para decirlo en forma negativa, en ningún momento la ciencia ha afirmado la inmutabilidad de la materia

Otra lección que podemos extraer de lo que precede es que, lejos de alejarse del materialismo, la ciencia se está tornando cada vez más materialista en forma explícita. Lo está haciendo no sólo evitando el comercio con objetos inmateriales (fuerzas vitales, fantasmas, pensamientos desencarnados, fuerzas históricas supramateriales, etc.), sino también, y de hecho especialmente, estudiando entes materiales. En efecto, la ciencia investiga cosas físicas tales como los quanta, campos y cuerpos; sistemas bioquímicos como los componentes de la célula; biosistemas tales como bacterias y hongos, y sistemas sociales tales como economías y culturas. De modo, pues, que la ciencia contemporánea puede caracterizarse como el estudio de objetos materiales por medio del método científico y con el fin de encontrar y sistematizar las leyes de tales objetos. En otras palabras, la investigación científica presupone una ontología materialista y también la enriquece[9].

e. El idealismo.

El idealismo es, en general, la escuela opuesta al materialismo y al realismo: en oposición a este último sostiene que los objetos físicos no pueden tener existencia aparte de una mente que sea consciente de ellos. En su larga historia, el idealismo ha tomado muy diversas variantes y expresiones, pero todas ellas pueden caracterizarse por la importancia central dada a la conciencia, a las ideas, al pensamiento, al sujeto, al yo, en el proceso del conocimiento.

---

[9] Mario Bunge, Materialismo y ciencia. Barcelona: Editorial Ariel. 1981, pág. 29.

Para comenzar esta breve síntesis, digamos que para el idealismo objetivo o lógico (de Platón, Leibnitz, Hegel y otros filósofos) los objetos son engendrados, de una forma u otra, por factores, causas, creencias o ideas que son independientes de la conciencia humana. Para el idealismo subjetivo (de Berkeley, en particular) los objetos que conocemos corresponden a nuestras sensaciones: la existencia de los objetos consiste en ser percibidos. Ellos son sólo ideas (de ahí el término idealismo)

Kant basó su idealismo trascendental en el argumento según el cual el conocimiento se apoya en sensaciones referidas a un mundo compuesto de fenómenos (que denomina .cosas en sí.), pero de cuya realidad nada sabemos ni podremos saber. Sin embargo, si bien la mente, la razón, no puede imponer una estructura a la realidad como tal, puede hacerlo sobre las apariencias ya que ella (la razón) posee ciertas categorías a priori (como sustancia y causa) que son independientes de toda experiencia sensorial. De acuerdo con estas afirmaciones, Kant insistía que su posición no arrojaba ninguna duda sobre la ciencia y que, por el contrario, era la única fórmula para salvarla del escepticismo. La ciencia dice la verdad, afirma, pero sólo la verdad sobre las apariencias.

En posición crítica frente a las ideas de Kant .dentro de ella, el rechazo a las .cosas en sí., incognoscibles. se levanta la gran figura de Hegel (1770 - 1831). Al rechazarlas, el filósofo deja solamente la mente y los objetos de la experiencia como existentes y afirma que el conocimiento de la realidad es posible, pero esa realidad es espiritual, en última instancia. El espíritu puede darse cuenta de sí mismo sólo al entrar en relación con un elemento objetivo. Es decir, los objetos implican un sujeto, pero el sujeto también implica un objeto aun cuando el sujeto es considerado anterior a aquél. En definitiva, la materia es una manifestación del espíritu.

A comienzos de nuestro siglo, el idealismo está representado por Edmundo Husserl (1859 - 1938) en la forma de la fenomenología. Una síntesis de este forma de idealismo será presentada en una próxima sección, debido a la importancia que tiene para algunos paradigmas interpretativos.

Este vocablo (idealismo) se usa asimismo en relación con los ideales. Se llama, entonces, idealismo a toda doctrina y a toda actitud según la cual lo más fundamental, y aquello por lo cual se supone que deben regirse las acciones humanas, son los ideales, realizables o no, pero casi siempre imaginados como realizables. Entonces, el idealismo se contrapone al realismo, entendido este último como la doctrina o simplemente la actitud según la cual lo más fundamental, y aquello por lo cual se supone que deben regirse las acciones humanas, son las realidades, los hechos constantes y sonantes.

Este sentido del idealismo suele ser ético o político, o ambas cosas a la vez. José Ferrater Mora. Diccionario de filosofía abreviado. Barcelona: Editorial
Sudamericana, 1985, pp. 202-203.

e. El positivismo

En sentido amplio, el positivismo es la escuela filosófica según la cual todo conocimiento, para ser genuino, debe basarse en la experiencia sensible. El progreso del conocimiento sólo es posible con la observación y el experimento y, según esta exigencia, se debe utilizar el

método de las ciencias naturales. La pretensión de algunos filósofos de buscar conocimientos por medio de especulaciones metafísicas son intentos perdidos, si bien la filosofía debería tener como única tarea la de hacer comprensibles los métodos de las ciencias naturales y desarrollar, además, las concepciones generales que se derivan de las resultados de las diferentes ciencias particulares.

Francisco Bacon (1561 - 1626), que puede ser llamado el padre de la escuela, a la cual dio su nombre, sostiene que los filósofos no deben buscar más allá de los límites de la naturaleza. Hay hechos que deben ser abordados sin ninguna concepción previa y algunos de esos hechos positivos deben ser aceptados por la fe en la experiencia.
Saint - Simon aplica la palabra positivo a las ciencias que se basan en los hechos que han sido observados y analizados.

Augusto Comte (1798 - 1857) _tal vez el autor más identificado con esta escuela_ destacó el término ya acuñado en el título de su obra principal Curso de filosofía positiva (1830- 1842) para poner de relieve que la función de la teoría consiste en coordinar los hechos observados por las ciencias y de ninguna manera buscar las causas de su ocurrencia.

La posición central de Comte se caracteriza por su manifiesta aversión al espiritualismo metafísico y religioso y su admiración por los poderes y realizaciones exhibidos por el pensamiento científico. En este sentido, y de manera que lo acerca fuertemente al tipo de postura asumida por Francis Bacon en el siglo XVII, el interés principal de Comte no consiste en elaborar un nuevo sistema filosófico, sino en promover una profunda reforma social.

En cuanto tal reforma requiere de una radical transformación intelectual, Comte desarrolla su posición positivista. Tal concepción destaca la importancia del espíritu científico en la sociedad: para Comte, las diferentes ciencias representan una alternativa de conocimiento de carácter unitario. Esta unidad que, más allá de las diferencias, observa las diferentes disciplinas científicas, está asegurada por el apego de todas ellas al método científico. La unidad del método asegura la unidad de la ciencia. Comte busca aplicar al campo de la actividad humana el método científico de tal manera que se pueda generar un tipo de conocimiento sobre el hombre y la sociedad con la solidez de lo obtenido en las ciencias naturales: en este intento, insiste en la primacía del concepto de proceso y se preocupa, de manera particular, por ofrecer una explicación científica sobre los procesos históricos. El objetivo de Comte es descubrir las leyes que explican el devenir histórico.

Respecto del objetivo buscado por Comte debe recordarse su ley de los tres estadios. Después de los estadios teológico y metafísico vendría el estadio positivo o científico en el cual se sustituyen las explicaciones metafísicas por las explicaciones propiamente científicas.

El pensamiento de Comte ejerció una importante influencia en las concepciones metodológicas de Emile Durheim, en el campo de la sociología.

f. El positivismo lógico

El positivismo lógico, conocido también como empirismo lógico, es la corriente surgida a fines del decenio de 1920, y cuyos principales representantes se agruparon en el llamado Círculo de Viena: Schlick, Carnap, Neurath, Frank, Kauffman, Gödel y otros.

Su posición básica se funda en el neopositivismo de Mach, Pearson y de algunos empiristas ingleses, como Hume. Posteriormente, recibieron la influencia de Wittgenstein.

El núcleo del positivismo lógico está constituido por un empirismo total, apoyado en los recursos de la lógica moderna, una alta valoración de la ciencia, un rechazo también total a la metafísica y al propósito de unificar el lenguaje de las diferentes ciencias con un denominador común en el lenguaje de la física (fisicalismo).

Para esta escuela, una proposición sólo tiene sentido si se apoya en un modo efectivo de verificación. Como dicen: El significado de una proposición es su modo de verificación. Las proposiciones que no se apoyan en un modo de verificación por la experiencia, de manera sensible, no pueden ser verdaderas ni falsas. Por lo tanto, sólo las proposiciones empíricas son auténticas proposiciones. Como los enunciados de la metafísica no pueden ser probados por la experiencia, son pseudoproposiciones o proposiciones sin sentido, sin significado.

Una característica importante del Círculo de Viena es su apoyo en la lógica moderna. Sus trabajos se exponen con todo rigor con el propósito de eludir la ambigüedad. En esta regla radica su aporte a la expresión más clara de los contenidos del trabajo científico.

La influencia del positivismo lógico es clara en la metodología cuantitativa de las ciencias sociales y, en particular, en investigadores como Paul Lazarsfeld, Herbert Hyman, Raymond Boudon y un gran número de sus seguidores.

CAPÍTULO N°14

Panorama de las corrientes Epistemplogicas del siglo xx

14.1. Introduccion

¿Por qué las Ciencias Empíricas proporciona leyes universales pero no necesarias? Esta pregunta implica que el espíritu científico tiende a adoptar un criterio racional del todo riguroso al buscar las leyes que rigen los fenómenos Naturales y Sociales, en la misma forma en que se desarrollan las Ciencias formales y en especial las Matemáticas.

A partir de la Revolución Científica y dado el gran éxito que alcanzó la Física, se ha considerado a la inducción, como el método por excelencia, que nos permitirá arrancar todos los secretos a la naturaleza. En este camino han propuesto encontrar la certeza y validez de sus conocimientos todas las demás disciplinas de la ciencia, incluyendo las Ciencias del Espíritu y las Ciencias Sociales. Pero es del caso que el tema de la inducción, así como el de la causalidad, siempre han dado lugar arduos y enconados problemas filosóficos, que persisten hasta la actualidad y que en su pretensión de resolverlo, se han generado diversas corrientes o doctrinas de opinión que al cuestionar el método, cuestionan a la misma ciencia y la labor de los científicos.

La inducción, como método científico no tiene el rigor lógico que demuestra la deducción, pues nada nos garantiza que la regularidad observada de un hecho singular se vuelva a observar en un hecho nuevo, también singular. Desde el punto de vista lógico, consideramos que esta inferencia no es del todo válida, a pesar de que, siempre se ha supuesto en los estudios de lógica, la tal llamada -Inferencia Inductival. Es este contexto, que las leyes y teorías de la Ciencia Empírica son sólo probables, verificables pero falibles, lo que las hace que constantemente se modifiquen o se reemplecn por una nueva.

Las teorías científicas se construyen para explicar y predecir los hechos observados; pero el problema que surge ahora es el siguiente: ¿Cómo se deben construir las teorías? ¿Para ser corroboradas? ¿Para ser verificadas? ó ¿Para ser falseadas? ¿La concordancia de los hechos observados están verificando una teoría o sólo la están corroborando? Si las teorías construidas en base a la inducción no se pueden declarar racionales desde el punto de vista lógico; luego entonces, ¿Cuándo una hipótesis o enunciado empírico se hace racional?
¿Puede una teoría, partir de un sistema hipotético- deductivo al igual que lo hacen la Matemáticas? Y de ser así ¿Serían más lógicas y racionales que aquellas que usan el sistema inductivo-deductivo?

Todas estas interrogantes y otras más, debe responder el científico al elaborar una teoría en la disciplina que cultiva. Analizar ésta y otras interrogantes, es materia del presente ensayo, presentando algunos extractos de las principales corrientes de opinión que se han propuesto en el siglo XX ; destacándose por su importancia y trascendencia, -El sistema hipotético deductivo de Karl Popperl y el sistema evolucionista de la ciencia propuesto por Thomas Kuhn en su obra —Las Revoluciones científicas en la Historia de la Ciencial.
Nuestro enfoque va en el sentido de análisis, crítica y comentarios acerca de estas vertientes, para luego compararlas con otras nuevas vertientes, que están ganando respeto y aceptación en nuestros días.

14.2. El Método Hipotético- Deductivo de Popper

a. ¿Cuáles son sus antecedentes?

El Sistema Popperiano tiene sus antecedentes en el viejo problema de la validez de la inducción en el método científico. Muchos filósofos y epistemólogos se han manifestado sobre el asunto; sosteniendo algunos lo siguiente: El hecho de que hayamos observado repetidamente un fenómeno y que de esta regularidad hayamos extraído la hipótesis de que éste se deberá cumplir para todos los casos, es inconsistente desde el punto de vista lógico, pues nada nos garantiza de que en otro caso no se cumpla; es decir, no hay lógica que sostenga esta generalidad. Sobre este asunto , a través de la historia de la ciencia encontramos diferentes corrientes y puntos de vista sobre la validez del método inductivo en la formulación de hipótesis, usado en las Ciencias Empiricas. Se llegó a tal punto que en pleno siglo XX Bertrand Russel en su obra -La Perspectiva Científicall, manifiesta que el problema de la inducción era un problema de lógica no resuelto.

Karl Popper, (1902-1997), tratando de dar solución a este problema, funda una nueva doctrina basada en la deducción, para que con esto, el resultado de las inferencias científicas tenga forma lógica. A este método lo denominó —Hipotetico- deductivol en contraste con el método tradicional -Inductivo – Deductivol. Al fundamentar su doctrina Popper sostiene: ....
— Desde un punto de vista lógico dista mucho de ser obvio que estemos justificados al inferir enunciados universales partiendo de enunciados singulares, por elevado que sea su número; pues cualquier conclusión que saquemos de este modo corre siempre el riesgo de resultar un día falsal..... —La lógica de la inferencia probable o lógica de la probabilidad, como todas las demás formas de la lógica inductiva, conduce a la doctrina del apriorismo y el método que pretendo desarrollar se opone a todos los intentos de apoyarse en las ideas de una lógica inductiva. Podría describírsele como un **método deductivo de contrastar** o como la opinión de que una hipótesis sólo puede contrastarse empíricamente, únicamente después de que ha sido formuladal

De sus propias expresiones se observa que el autor no acepta el sistema puramente inductivo para teorizar en la ciencia, no lo considera como método lógicamente válido y en sus reemplazo busca fundamentar la ciencia en la deducción; es decir, partir de hipótesis generales para luego llegar a conclusiones particulares que se puedan contrastar o refutar.

b. ¿Cómo se aplica el método en la elaboración de teorías?

Una vez presentada a título provisional una nueva idea, aún no justificada en absoluto-sea una anticipación, una hipótesis, un sistema teórico o lo que se quiera-, se extraen conclusiones de

ella por medio de una deducción lógica ; estas conclusiones se comparan entre sí y con otros enunciados pertinentes, con el objeto de hallar relaciones lógicas que existan entre ellas. La teoría debe elaborarse teniendo en cuenta los procedimientos de llevar a cabo la contrastación. Se pueden distinguir cuatro procedimientos. En primer lugar; se encuentra la comparación lógica de las conclusiones unas con otras: con lo cual se somete a contraste la coherencia interna del sistema. Después está el estudio de la forma lógica de la teoría, con objeto de determinar su carácter. En tercer término tenemos la comparación con otras teorías, que tiene como objetivo, averiguar si la teoría examinada constituiría un adelanto científico en caso de que sobreviviera a las diferentes contrastaciones a las que la sometemos. Y finalmente, viene el contrastarla por medio de la aplicación empírica de las conclusiones que pueden deducirse de ellas.

c. ¿Cuáles son las características del Método?

Llamado también Método de Ensayo y Error, método de las conjeturas y refutaciones, su origen se basa en la concepción de que las teorías científicas no son el resultado de la síntesis de numerosas observaciones, como pretenden los inductivistas, sino más bien son conjeturas o invenciones creadas por los investigadores para explicar algún problema y de que a continuación debe ponerse a prueba por medio de confrontaciones con la realidad diseñadas para la posible refutación. La única manera de reorientar las teorías es fundamentándolas no en los mecanismos usados para generar teorías sino más bien en los métodos para ponerlas a pruebas y sugiriendo que tales pruebas deben estar dirigidas a mostrar los aspectos falsos o equivocados de las teorías y no a verificarlas o confirmarlas.

La manera de distinguir la Ciencia verdadera de la Pseudociencia (el criterio de demarcación) es precisamente que la primera esta constituida por teorías susceptibles de ser demostradas falsas poniendo a prueba sus predicciones, mientras que las segundas no son refutables: en otras palabras la irrefutabilidad de una teoría científica no es una virtud sino un vicio, ya que la identifica con la Pseudociencia.

Una característica esencial de las hipótesis en el esquema Popperiano es que deben ser —falsables, o sea que debe haber una o más circunstancias lógicamente compatibles con ellas. Si una hipótesis no es falsable no tiene lugar en la ciencia, en vista de que no hace afirmaciones definidas acerca de algún sector de la realidad; el mundo puede ser de cualquier manera y la hipótesis siempre se adaptara a ella. La falseabilidad es una de las características positivas de las hipótesis que se da en distintos grados cuantitativos, o sea que entre dos hipótesis la mas falsable será la mejor; de lo que resulta que las hipótesis muy falseables son también las que se enuncian con mayor peligro de ser rápidamente eliminadas, pero en caso de resistir las pruebas más rigurosas, son también las que tienen mayor generalidad y explican un número mayor de situaciones objetivas.
El argumento más favorable de las hipótesis falsables es que aprendemos de nuestros errores, la ciencia progresa por medio de conjeturas y refutaciones. Cuando un investigador intenta resolver un problema y no lo logra, lo primero que busca es en donde esta equivocado, en donde está el error. La ciencia es simplemente asunto de tener ideas y ponerlas a prueba, una y otra vez, intentando siempre demostrar que las ideas están equivocadas, para así aprender de nuestros errores.

De acuerdo con Popper, la ciencia no empieza con observaciones, sino con problemas o hipótesis y la demostración de la falsedad de una hipótesis es una deducción lógicamente válida en vista de que se parte de un enunciado general y se confronta con uno o más hechos particulares.

d. ¿Es la falsabilidad un criterio de demarcación en la ciencia?

Al rechazar Popper el método de la Inducción –podría decirse- que priva a la ciencia empírica de lo que parece ser su característica más importante, pero éste arguye que su principal razón para rechazar la lógica inductiva es que no proporciona un rasgo discriminador apropiado del carácter empírico, no metafísico de un sistema teórico, o lo que es lo mismo decir, no proporciona un criterio de demarcación apropiado.

Popper llamó problema de demarcación, al de encontrar un criterio que nos permita distinguir entre las Ciencias Empíricas por un lado, de los Sistemas Metafísicos por otro y lo resuelve afirmando — ...Sólo admitiré un sistema entre los científicos o empíricos si es susceptible de ser contrastado por la experiencia. Estas consideraciones nos sugieren que el criterio de demarcación que he de adoptar no es de verificabilidad sino el de **FALSABILIDAD** de los sistemasǁ .

En nuestra opinión, cuando mayor es el grado de rigor de una ciencia, es más aplicable el criterio de falsabilidad o refutación y la hace más exacta; pero el inconveniente es que por otro lado, restringe ligeramente la labor científica, pues las hipótesis que se tienen que lanzar, son hipótesis audaces, de suma teorización, de alto nivel, descartando las hipótesis estadísticas o probabilísticas , que si bien es cierto no tienen el rigor de las anteriores también son un gran soporte y ayuda para el progreso de la ciencia.

14.3. Las revoluciones cientificas de Kuhn

Thomas Kuhn (1926-), fue en sus inicios un físico teórico, pero que luego se convirtió en filósofo e historiador de la Ciencia, dando un aporte fundamental a la Epistemología con la introducción de la Historia de la Ciencia como un elemento indispensable para su comprensión integral. Con esta posición Kuhn entra en contraposición con los Neopositivistas y Popperianos, que ven en la ciencia una reconstrucción en términos lógicos de las teorías científicas, desplazando su atención hacia la evolución del pensamiento científico, para dilucidar las razones que han llevado a la aceptación de una teoría u otras por la comunidad científica en un determinado momento histórico.

14.3.1. ¿Cómo se realiza el progreso de la ciencia según Kuhn?

La historia de la ciencia muestra que, a lo largo de su evolución, las distintas disciplinas han pasado por uno o más ciclos bifásicos a los que él denomina como : –Ciencia Normalǁ y —Revolución Científicaǁ ; para esto introduce el concepto de –paradigmaǁ que representa la teoría general o conjunto de ideas aprobadas y sostenidas por una generación o un grupo coherente de científicos en un determinado momento histórico.

La ciencia normal es la realizada al resolver problemas parciales, conducidos u orientados por un lenguaje científico y unas nociones fundamentales –constitutivas de un paradigma- que no son puestas en cuestión en las investigaciones y que comparten los investigadores como

matriz disciplinaria común. Tan sólo, cuando se han producido un número importante de anomalías no explicadas en el paradigma habitual, se produce un cambio en la matriz disciplinaria que provoca la aparición de un nuevo paradigma, que significa un periodo extra normal o extraordinario. Este ciclo bifásico se vuelve a repetir cuando en las teorías que sustentan la nueva ciencia vuelvan a producirse nuevas anomalías y traen consigo nuevos paradigmas que provocaran un ciclo indefinido de revoluciones en la ciencia como una explicación de su propio progreso.

Los ciclos a los que está sometida la ciencia a través de su historia, se inicia con una etapa de -Pre-cienciall o periodo -Pre-paradigmáticol; en este periodo pueden haber varias escuelas de pensamiento compitiendo, pero sin que algunas de ellas prevalezca sobre las demás. Sin embargo poco a poco un sistema teórico adquiere la aceptación general, donde surge el primer paradigma de la disciplina. Una vez establecido el paradigma la etapa de Pre-ciencia es sustituida por un periodo de Ciencia Normall caracterizada porque las investigaciones se desarrollan de acuerdo con los dictados del paradigma prevalente. Durante el periodo de Ciencia Normal los resultados incompatibles con el paradigma prevalerte se acumulan progresivamente en forma de anomalías y solo cuando se alcanza un nivel intolerable es cuando el paradigma se abandona y se adopta uno nuevo. A la ciencia que realiza este cambio se le llama **"Ciencia Revolucionaria**l.

14.3.2. ¿Cuáles son las diferencias con el sistema de Popper?

Las ideas de kuhn, se oponen de manera más o menos frontal al esquema de Popper. Mientras éste postula que el cambio de una teoría científica por otra proviene de la falsación de la primera y el mayor poder explicativo de la segunda , o sea que se trata de un proceso lógico y racional, Kuhn insiste en que la historia muestra que el rechazo de una teoría científica y su sustitución por otra ha obedecido mucho más a fuerzas irracionales e ilógicas, más relacionados con factores sociológicos que con principios racionales. Kuhn no habla de la Lógica del descubrimiento científico sino más bien de la Psico-Sociología de la Ciencia.

El Progreso de la ciencia lo entiende como el progreso por medio de revoluciones y cuando se pregunta: ¿Porqué es el progreso una concomitante universal en las revoluciones científicas? Responde: -Qué otra cosa puede provenir de una revolución. Las revoluciones con la victoria total de uno de los dos campos opuestosl

Kuhn concluye su trabajo, afirmando que el cambio de un paradigma por otro, durante las revoluciones científicas, se parecen más a una conversión religiosa que a una acción racional. El nuevo paradigma está obligado a garantizar la preservación de lo mucho aprendido en los periodos previos de Ciencia Normal, lo que permite el crecimiento de la ciencia.

14.4. Otras corrientes filosóficas contemporáneas.

A través del siglo XX, hasta nuestros días, se han elaborado una diversidad de doctrinas filosóficas respecto a la ciencia, su método y su filosofía. Podemos bosquejar algunos representantes de las corrientes más trascendentes:

14.4.1. La filosofía de la ciencia de Lakatos

Imre Lakatos (1922-1974) nació en Hungría, fue discípulo de Popper y su sucesor.
La diferencia principal entre de Popper y Lakatos es que, mientras el primero representa a la ciencia como una pelea entre dos contendientes; una teoría y un experimento; y considera que el único resultado valioso es la falsación de la teoría, el segundo sostiene que la ciencia se parece a un pleito entre tres contendientes; dos teorías y un experimento, y que el resultado interesante es la confirmación de una de las teorías y no su falsación.

La historia indica que cuando falla algunas de las predicciones derivadas de una teoría, ésta no se ha eliminado sino que se ha conservado mientras se reafinan las observaciones realizadas. No conviene eliminar una teoría en cuanto aparece la primera experiencia que la contradice, en vista de que una teoría (aun con anomalías) es mejor que no tener ninguna.

Lakatos propone que sólo debe rechazarse una teoría T cuando se llenan los siguientes requisitos:

1. Otra teoría T' encierra mayor contenido empírico que T, o sea que predice hechos nuevos no anticipados hasta incompatibles con T.
2. T' explica todo lo que explicaba T.
3. Parte del exceso de contenido de T', sobre T se confirma.

Lakatos afirmaba que el producto de la ciencia como una unidad no es una teoría o hipótesis aislada sino que consiste de a) -un núcleo central'(teoría o teorías y supuestos) b) Un conjunto de hipótesis auxiliares (que actúa como cinturón de protección el núcleo) y c) Una heurística.

La heurística es una poderosa maquinaria solucionadota de problemas que digiere las anomalías que se pueden presentar en las teorías y las convierte en evidencia positiva; son reglas a seguir acerca de cómo cambiar las hipótesis auxiliares de modo que la teoría se ajuste mejor a los hechos

14.4.2. La Filosofía de la Ciencia de Laudan

En 1977 Laudan habla de -Tradiciones de investigación' en lugar de los -Programas de investigación' propuesto por Lakatos.

Laudan concibe las tradiciones de investigación como un conjunto de teorías en evolución que no pueden ser evaluadas fuera de su contexto histórico.

Las tres funciones principales de una tradición de investigación son:
1) Determinar los límites de aplicación de las teorías que conforman una disciplina
2) Proveer de ideas iniciales que permitan la formulación de teorías explicativas, predictivas, y verificables, que incrementen la capacidad de investigación de la tradición de investigación para resolver problemas.
3) Justificar racionalmente la existencia de teorías científicas para los objetos de estudio.
Una tradición de investigación posee así dos características: metodológicas y ontológicas. Ambas son interdependientes y capaces de influirse mutuamente.

La función metodológica consiste en un grupo de reglas de lo que es permisible hacer y no hacer en la ciencia.

La función Ontológica de las tradiciones de investigación se refieren a los objetos de estudio de la tradición

Hacia 1986, da un giro en su pensamiento; después de aceptar la teoría historiográfica cercana a Lakatos, rechaza este punto de partida y dará un nuevo enfoque a su trabajo que le llamará **Naturalismo Normativo.**

Acepta el método que mejor logre las metas cognoscitivas propuestas y que tenga más pruebas empíricas a su favor al margen de lo que crean los científicos.

Ahora no importa lo que piensen los científicos sino que se mira hacia los fines o medios de la ciencia misma como actividad. Son pautas que se basan en la aportación del quehacer científico real: La obtención de los fines a partir de los medios y pruebas empíricas aportadas.

No acepta un concepto de verdad, diluye las fronteras entre la ciencia y la no ciencia, y como es naturalista acepta que la filosofía puede y debe hacer uso de cualquiera de las formas de razonamiento apropiadas para la investigación científica.

14.5. Otras concepciones filosóficas de la ciencia

En la actualidad, podemos enumerar una larga lista de ellas, pero sólo haremos referencia a las más importantes:

—La Concepción Instrumentalista y Pragmatista de la Cienciall; —La Concepción Constructivista de la Cienciall; — Las Concepciones Realista y Antirealista de la Cienciall — El Empirismo Constructivoll etc. Todas ellas constituyen grandes aportes a moderna epistemología desde diferentes puntos de vista.

CONCLUSIONES.

1. El problema de la validez de la inducción en el Método Científico sigue siendo un problema de Lógica no resuelto; por lo tanto, las teorías de la Ciencia Empírica arrastran el mismo problema.

2. Las teorías basadas en el sistema puramente Inductivo no se verifican con los hechos observados, solo la hacen más consistente, y se corre el riesgo de que cualquier anomalía se pueda explicar en el seno de la misma teoría introduciendo hipótesis modificadoras.

3. El método puramente inductivo puede introducir teorías que al adecuarse a cualquier anomalía haga que la ciencia se transforme en Pseudociencia como es el caso de ciertas teorías de la Psicología y algunas disciplinas del espíritu.

4. El método hipotético-deductivo, a través de la falsación se evita el vicio de que una teoría se adecue a cualquier anomalía; pues la refutación de algún hecho observado

descarta toda la teoría; pero aun así no la hace del todo verificable y racional como pretende su autor.

5. En el sistema de Popper, las teorías científicas nunca se pueden verificar, sólo se pueden corroborar o refutar, y es en virtud de este binomio de conjeturas y refutaciones donde se genera el avance de la ciencia.

6. En el sistema de Kuhn, la ciencia progresa a través de saltos o revoluciones científicas donde se rompen con paradigmas que han servido de base para desarrollar toda la ciencia en un determinado tiempo y lugar.

7. Mientras el sistema de Popper postula que el cambio de una teoría por otra proviene de un proceso lógico y racional, el Sistema de Kuhn sostiene que dicho cambio ha obedecido a fuerzas irracionales e ilógicas.

8. En el sistema de Lakatos se afirma que cuando en una teoría se observa una anomalía, la nueva teoría no la descarta sino la asimila, y la ciencia progresa así en un sentido heurístico.

9. En el sistema de Laudan todas las teorías científicas siguen tradiciones de investigación, entendiendose una tradición como un conjunto de teorías en evolución que no pueden ser evaluadas fuera de su contexto histórico.

10. En los últimos tres sistemas se observa un rompimiento frontal con la doctrina Hipotética-Deductiva de Popper.

11. Las corrientes epistemológicas del siglo XX, si bien se centran en la forma y método de construcción de teorías, como el núcleo de la labor científica, debemos advertir que hasta la fecha no existe un límite de demarcación en la ciencia y en lo que respecta a la Física Moderna, ya no se puede distinguir con claridad cuándo estamos haciendo Física y en qué casos solo se producen especulaciones Metafísicas.

CAPÍTULO 15

EL POSITIVISMO DEL SIGLO XIX

Augusto Comte

15.1. Introducción

El Positivismo es una corriente o escuela filosófica que afirma que el único conocimiento auténtico es el conocimiento científico, y que tal conocimiento solamente puede surgir de la afirmación positiva de las teorías a través del método científico. El positivismo deriva de la epistemología que surge en Francia a inicios del siglo XIX de la mano del pensador francés Augusto Comte y del británico John Stuart Mill y se extiende y desarrolla por el resto de Europa en la segunda mitad de dicho siglo. Según esta escuela, todas las actividades filosóficas y científicas deben efectuarse únicamente en el marco del análisis de los hechos reales verificados por la experiencia[10]

Esta corriente tiene como características diferenciadoras la defensa de un *monismo metodológico* (doctrina que afirma que hay un solo método aplicable en todas las ciencias).

[10] Disponible en lapágina http://es.wikipedia.org/wiki/Positivismo

Creen que tiene que haber una unidad de método científico a pesar de que haya una diversidad de objetos. La explicación científica ha de tener la misma forma en cualquier ciencia si se aspira a ser ciencia, específicamente el método de estudio de las ciencias físico-naturales. A su vez, el objetivo del conocimiento para el positivismo es *explicar causalmente* los fenómenos por medio de leyes generales y universales, lo que le lleva a considerar a la razón como medio para otros fines (razón instrumental). La forma que tiene de conocer es inductiva, despreciando la creación de teorías a partir de principios que no han sido percibidos objetivamente. En metodología histórica, el positivismo prima fundamentalmente las pruebas documentadas, minusvalorando las interpretaciones generales, por lo que los trabajos de esta naturaleza suelen tener excesiva acumulación documental y escasa síntesis interpretativa.

El término positivismo fue utilizado por primera vez por el filosofo y matemático francés del siglo XIX Auguste Comte, pero algunos de los conceptos positivistas se remontan al filosofo británico David Hume, al filósofo francés Saint-Simon, y al filósofo alemán Immanuel Kant.

El Positivismo al no admitir científicamente otros conocimientos, sino los que proceden de la experiencia, rechaza de plano toda noción a priori y todo concepto universal y absoluto. El hecho es la única realidad científica, y la experiencia y la inducción, los métodos exclusivos de la ciencia. En este sentido, el positivismo es negación de todo ideal, de los principios absolutos y necesarios de la razón, es decir, es la negación de toda metafísica.
Se puede distinguir a la doctrina positivista por cinco aspectos fundamentales.

1. Propone un nuevo modelo de racionalidad: la racionalidad científica.
2. Pretende mantenerse en el terreno de los hechos, entendiendo por hechos no los datos inmediatos de los sentidos, sino las relaciones entre dichos datos, es decir, las leyes científicas.
3. Rechaza como incognoscible lo que esté más allá de los hechos: negación de la Metafísica.
4. El método de las ciencias naturales no sólo se aplica al estudio de la naturaleza sino también al estudio de la sociedad. Así será la Sociología el resultado característico del programa positivista.
5. La ciencia es la guía única de la humanidad y se confía en el progreso indefinido.

15.2. Características básicas de la doctrina positivista.

Haciendo un análisis más profundo de lo expuesto en la introducción, podemos agregar, que el espíritu con el cual se han elaborado las ciencias positivistas presentan los siguientes rasgos o características epistemológicas.

- **Respecto a la fuente del conocimiento:** postula el *-empirismo"* al afirmar que sólo la experiencia, la observación de los fenómenos, es la fuente de todo conocimiento objetivo. El empirismo constituye una actitud científica relativamente pasiva, moderadamente abierta al experimentalismo, es decir, a la invención, la provocación, construcción de experiencias que suponen, en general, técnica, mediante una vigorosa interacción con la naturaleza.

- **Respecto a la explicación científica:** Dentro de las funciones básicas de la ciencia, el positivismo más se inclina por la descripción que por la explicación de los fenómenos, por eso se dice que el positivismo postula el *-descriptivismo"* como una de las funciónes básicas de la ciencia. La ciencia positivista no pretende tanto explicar los fenómenos naturales (lo que implica el recurso a la noción discutible de "causa"), su intencionalidad primordial, es cómo describirlos. El saber positivo es fundamentalmente comprobante: una ley sólo es la fórmula general de una regularidad natural, pues la observación permite comprobar que hasta el presente, un acontecimiento o un hecho de tipo –xǁ sigue siempre a un acontecimiento o un hecho de tipo –yǁ

- **Posición antimetafísica:** No da intervención a nociones metafísicas relativas a la naturaleza profunda de las cosas o a sustancias que estén "detrás" de los fenómenos o los hechos observables y ni siquiera a la noción de causalidad. El positivismo es nominalista, rechaza la formulación de ideas abstractas o de entidades no observables empíricamente. La formulación de regularidades fenomenales a través de hipótesis, o de leyes, no debe ir más allá de lo observable. En este sentido, toda ciencia nace en la experiencia y se contrasta en la experiencia, entendiendo por experiencia solo aquello que es observable a través de los sentidos y todo estudio fuera de este campo es metafísico y se debe rechazar.

- **Postura relativista:** no se puede extrapolar (o, en todo caso, sólo con gran prudencia y a modo de hipótesis), ni mucho menos absolutizar. Nada permite afirmar que en el futuro se verificarán las regularidades naturales que se ha comprobado hasta ahora, ni que las leyes astronómicas que se han enunciado a partir de la observación del sistema solar sean válidas más allá de éste.

- **Postura pragmatista:** El valor del saber científico, positivo, consiste en su eficacia y en su utilidad social. Las "creencias científicas", aun cuando, en términos absolutos, no sean más verdaderas que las otras (en el sentido de conformidad a la naturaleza profunda de las cosas), son, por el momento, las mejores en lo que concierne a la supervivencia y a la organización de la vida de los hombres en sociedad. «Saber para poder con el fin de proveer».

- **Consensualismo:** la organización social y el mejoramiento de las condiciones de existencia exigen la paz. Ahora bien, las ciencias que han llegado al estado positivo se caracterizan por un método no violento para regular los conflictos de opinión que, en la mentalidad religiosa y metafísica, son interminables o se dirimen de manera dogmática y hasta con violencia física. El espíritu positivo permite regular los diferendos de manera pacífica y consensuada por todos los que aceptan someterse a la regla de la observación empírica, objetiva, es decir, repetible y compartida. Lo que ha de poner fin a las discusiones es la comprobación de los hechos y no la ley del más fuerte ni del más hábil. Ese consensualismo pacífico es un modelo para regular los conflictos entre los seres humanos, sean los que fueren;

- **Estatismo:** es mitigado y se refiere sobre todo a las ciencias que han llegado al estado positivo, para las cuales Comte no espera ya ninguna revolución. Estas ciencias se contentan con acrecentar o precisar un corpus de leyes del que ya se ha adquirido lo esencial. Por tanto, todas las transformaciones profundas que ocurran en matemáticas, en

lógica o en física quedan al margen de la perspectiva del positivismo. Su concepción de la ciencia positiva es cerrada, doctrinaria: sólo requiere una exposición sistemática en un tratado enciclopédico. Únicamente algunas ciencias –como la biología o la sociología– tienen todavía mucho que evolucionar hacia el estado positivo, que es el estado superior o adulto final.

15.3. La filosofía como modo de saber positivo

¿Qué es un saber positivo? El saber positivo es un saber que responde a un principio fundamental: nada tiene sentido real e inteligible si no es la enunciación de un hecho o no se reduce en última instancia al enunciado de un hecho. El vocablo "positivo" tiene, según Comte, al menos seis acepciones:

1. Se entiende por positivo lo real por oposición a lo quimérico.

2. Algo es positivo cuando es útil.

3. Algo es positivo cuando es cierto y no indeciso.

4. Un conocimiento es positivo cuando realmente es un conocimiento preciso, riguroso y estricto.

5. Es positivo lo que se opone a lo negativo.

6. Es positivo aquello que es constatable por oposición a aquello que es inconstatable.

Es el último carácter el que resume a los otros cinco y, por tanto, la positividad se resume en constatabilidad. ¿Qué es la constatabilidad?, ¿Qué es, por tanto, la positividad?

1. La positividad se halla constituida por ser un carácter que afecta a las cosas en tanto que, en una o en otra forma, se nos manifiestan. Manifestarse se dice *fenómeno.*

2. Estos fenómenos son algo con que el hombre se encuentra. En cuanto encontrados en su condición de fenómenos, las cosas son algo que está ahí.

3. Estas cosas, así puestas como fenómenos, han de poder encontrarse de una manera sumamente precisa: solamente en cuanto observables. No se trata de ir por detrás de los fenómenos a aquello que se manifiesta en ellos, sino de tomar el fenómeno puesto ahí en y por sí mismo. Algo es positivo solamente en la medida en que es observable.

4. Es necesario, además, que el observable sea verificable para cualquiera.

   La unidad de estos cuatro caracteres es lo que llamamos un **hecho**.

5. Si estos hechos han de servir para un saber positivo, es necesario que sean observados y verificados con máxima precisión y rigor. Sólo entonces adquieren su cualidad decisiva: la *objetividad.* Hecho es hecho objetivo. Y como el medio para lograr esta objetividad es el método científico, resulta que los hechos son los *hechos científicos.*

Las leyes son fenómenos de invariabilidad de presentación; no nos dicen por qué, sino cómo ocurren los hechos. La ley es en sí misma un fenómeno. Cada ley no es sino un caso particular de una ley general: el fenómeno de la invariabilidad del orden, según el cual se presentan los hechos, la ley de invariabilidad de las leyes de la naturaleza.

La filosofía concebida positivamente tiene ciertas ventajas; entre ellas están: 1) es la única manera de poner orden en el conjunto tan vario de los hechos y de los pensamientos en que aquellos son entendidos; 2) es el único medio de zanjar, de una vez para todas, las querellas inútiles en que se ha perdido la filosofía anterior; 3) la filosofía positiva es constitutivamente progresiva; es decir, el progreso de cada ciencia no es sólo algo que efectivamente se da, sino que es un momento constitutivo de la ciencia en cuanto tal, gracias justamente a su positividad; toda ciencia es por razón propia una progresiva aproximación a los hechos cada vez más precisamente estudiado.

15.4. Modalidades del Positivismo

Como toda doctrina filosófica, el positivismo tiene diversidad de matices o posturas según sus seguidores. Entre las corrientes positivistas se puede mencionar al positivismo ideológico, al empiriocriticismo, al positivismo metodológico o conceptual al positivismo analítico, al positivismo sociológico, al positivismo realista y al neopositivismo (empirismo lógico o neopositivismo lógico). Posteriormente se hará una exposición breve, de las posiciones y doctrinas de algunos científicos y filósofos más representativos del siglo XIX, donde, a pesar de sus concepciones distintas, todas ellas tienen los rasgos característicos esenciales del espíritu positivo de su época.

Al margen de las variedades que pueda presentar el positivismo, debemos resaltar lo común, o los aspectos generales que presenta esta doctrina.

Según el positivismo nada hay real y positivo más que la materia, las fuerzas que le son propias y las leyes que de ella dimanan. Todo lo que no se halla en los hechos es inaccesible a la razón; los hechos, y sólo los hechos analizados y coordinados; lo demás es quimera. Lo infinito no es más que un ideal, y, por consiguiente, no hay Dios: Dios es una ficción, o, a lo sumo, una hipótesis, hoy completamente inútil. No hay alma espiritual: la idea, el pensamiento son sólo secreciones del cerebro. En una palabra: una sola cosa existe, y ésta es la materia[11] .El interés central de la postura positivista es la reorganización de la vida social para el bien de la humanidad a través del conocimiento científico, y por esta vía, del control de las fuerzas naturales.

El positivismo es real, es definitivo. En él la imaginación queda subordinada a la observación. La mente humana se atiene a las cosas. El positivismo busca sólo hechos y sus leyes. No causas ni principios de las esencias o sustancias. Todo esto es inaccesible. El positivismo se atiene a lo positivo, a lo que está puesto o dado: es la filosofía del dato. La mente, en un largo retroceso, se detiene al fin ante las cosas. Renuncia a lo que es vano intentar conocer, y busca sólo leyes de los fenómenos.

15.5. Corrientes positivistas del siglo XIX

El *positivismo* en sentido estricto corresponde al espíritu de la ciencia moderna tal como se la celebraba en el siglo XIX. Valora las ciencias cuyo estado de desarrollo (la metodología)

[11] Disponible en la página http://www.geocities.com/Athens/Acropolis/7195/Positivismo.html

habría alcanzado el estadio positivo: las matemáticas y la física; en medida notablemente inferior, la química y la biología, y, por último, la sociología o "física social", que Comte contribuye a elaborar.

De hecho, han existido y existen aún distintas variedades de positivismo; pero todas sus características comunes que hemos mencionado las podemos reducir a tres aspectos principales: la fenomenología, el nominalismo y el reduccionismo. A ellas puede agregarse el rechazo de todas las entidades que no son suceptibles de examen empírico objetivo. En este sentido el positivismo restringe las actividades de la ciencia exclusivamente a los hechos observables y a la determinación de las leyes de la naturaleza que son las únicas portadoras de conocimiento genuino. Quedan fuera conceptos como causa, esencia, excluyéndose también otras entidades hipotéticas con arraigo científico, como átomo, valencia, afinidad o fuerza gravitacional.

Dentro de este marco característico, podemos citar a cuatro de sus mejores representantes, tanto en el campo de las ciencias naturales como sociales, que se iniciaron en el siglo XIX y cuyas ideas influyeron mucho en la filosofía de la ciencia de inicios del siglo XX: Agusto Comte, Ernst Mach, Charles Peirce y Henri Poincaré

15.5.1. Augusto Comte. (1798-1857)

Filósofo positivista francés, y uno de los pioneros de la sociología. Nació en Montpellier el 19 de enero de 1798. Desde muy temprana edad rechazó el catolicismo tradicional y también las doctrinas monárquicas. Logró ingresar en la Escuela Politécnica de París desde 1814 hasta 1816, pero fue expulsado por haber participado en una revuelta estudiantil. Los últimos años del pensador francés quedaron marcados por la alienación mental, las crisis de locura en las que se sumía durante prolongados intervalos de tiempo. Murió en París el 5 de septiembre de 1857.

Para dar una respuesta a la revolución científica, política e industrial de su tiempo, Comte ofrecía una reorganización intelectual, moral y política del orden social. Adoptar una actitud científica era la clave, así lo pensaba, de cualquier reconstrucción.

Auguste Comte formuló a mediados del siglo XIX la idea de la creación de la sociología como ciencia de la sociedad. Libre de todas las relaciones con la filosofía y basada en datos empíricos en igual medida que las ciencias naturales.

La ley de la evolución intelectual de la humanidad o ley de los tres estados

Una de sus propuestas más destacadas es la de la investigación empírica para la comprensión de los fenómenos sociales, de la estructura y el cambio social (razón por la que se le considera padre de la sociología como disciplina científica). Comte presenta a la historia humana en tres fases o estados:

1.-Estado teológico: Corresponde a la infancia de la humanidad; en esta época las personas dan explicaciones mágicas de los fenómenos naturales, utilizan categorías antropológicas para comprender el mundo y técnicas mágicas para dominarlo.

Este estado es ficticio, provisional y preparatorio. En él, la mente busca las causas y los principios de las cosas, lo más profundo, lejano e inasequible. Hay en él tres fases distintas:
Fetichismo: en que se personifican las cosas y se les atribuye un poder mágico o divino.
Politeísmo: en que la animación es retirada de las cosas materiales para trasladarla a una serie de divinidades, cada una de las cuales presenta un grupo de poderes: las aguas, los ríos, los bosques, etc.
Monoteísmo: la fase superior, en que todos esos poderes divinos quedan reunidos y concentrados en uno llamado Dios.

2. **Estado metafísico**: Es una etapa intermedia entre el estado teológico y el positivo, se cambia la imaginación por la razón, se crean términos abstractos que buscan el porqué de las cosas. Es un estadio fundamentalmente crítico y de transición donde se siguen buscando los conocimientos absolutos dando explicaciones racionales, se busca el *porqué* de las cosas, La metafísica intenta explicar la naturaleza de los seres, su esencia, sus causas. Pero para ello no recurren a agentes sobrenaturales, sino a entidades abstractas que le confieren su nombre de ontología. Las ideas de principio, causa, sustancia, esencia, designan algo distinto de las cosas, sí bien inherente a ellas, más próximo a ellas; la mente que se lanzaba tras lo lejano, se va acercando paso a paso a las cosas, y así como en el estado anterior que los poderes se resumían en el concepto de Dios, aquí es la naturaleza, la gran entidad general que lo sustituye; pero esta unidad es más débil, tanto mental como socialmente, y el carácter del estado metafísico, es sobre todo crítico y negativo, de preparación del paso al estado positivo, donde se sustituye a los dioses por entidades abstractas y términos metafísicos.

3. **Estado científico o positivo**: Lo "positivo" remite a lo fáctico, lo concretamente existente. No busca lo que no podemos conocer (causas, porqués) sino el cómo, los hechos y sus leyes. Este estado es real, es definitivo, donde el conocimiento se basa en la observación y la experiencia. Se busca el conocimiento de las Leyes de la Naturaleza para su dominio técnico. Se afirma que no es posible alcanzar un conocimiento de realidades que estén más allá de lo dado, de lo positivo, y niega que la filosofía pueda dar información acerca del mundo: esta tarea corresponde exclusivamente a las ciencias.
En este estado la imaginación queda subordinada a la observación. La mente humana se atiene a las cosas. El positivismo busca sólo hechos y sus leyes. No causas ni principios de las esencias o sustancias. Todo esto es inaccesible. El positivismo se atiene a lo positivo, a lo que está puesto o dado: es la filosofía del dato. La mente, en un largo retroceso, se detiene a al fin ante las cosas. Renuncia a lo que es vano intentar conocer, y busca sólo las leyes de los fenómenos.
En palabras de Comte:

> *La virilidad de nuestra inteligencia consiste esencialmente en sustituir en todo la inaccesible determinación de las causas propiamente dichas, por la simple averiguación de las "leyes". o sea de las relaciones constantes que existen entre los fenómenos observados.*[12]

El nombre positivo deriva de lo que el ser humano hace y crea. Es cuando llega a una estructura científica de la mente buscando las causas de los fenómenos con la razón a través de

---

[12] Comte, A.: ***Discurso sobre el epiritu positivo.*** **Pag 40**

la experimentación, la observación y la experiencia para descubrir las leyes científicas que regulan sus relaciones. Busca respuesta al por qué suceden las cosas. La razón es considerada como la única fuente de conocimiento de la realidad y ésta se expresa en el conocimiento científico.

Comte y el método científico

En relación al método científico, el positivismo de Comte subraya que conforme los hechos se hacen más complejos, también los métodos necesarios para estudiarlos aumentan en complejidad. En contraste con Descartes, quien postuló un solo método correcto (el método geométrico) para guiar la razón, Comte estaba convencido de cada disciplina desarrolla una estratégica lógica y operacional apropiada para ella y que tal metodología surge y se entiende a partir del estudio de la historia de la ciencia.

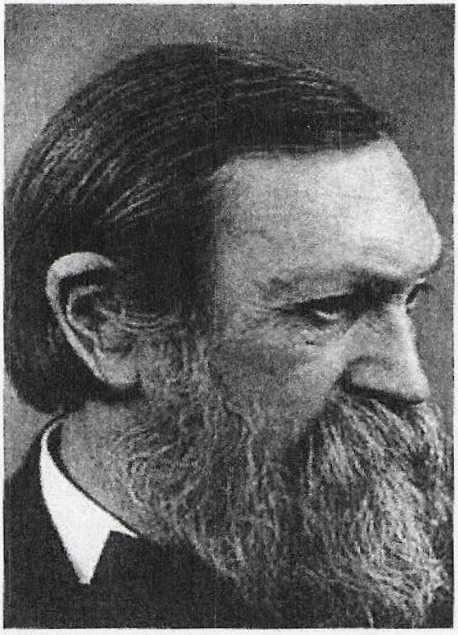
Los diferentes métodos mencionados por Comte son realmente tres: observación, experimentación y comparación. El primer procedimiento en el trabajo científico es *la observación* de los hechos en el sentido de datos percibidos dentro de un contexto previamente establecidos. En su sistema positivista, la tarea del científico es establecer leyes definitivas que describan las relaciones invariables de los hechos, a partir de su verificación por medio de la observación. *La experimentación* sólo es posible cuando el curso natural de un fenómeno se puede alterar de manera definida y controlada como era el caso de la Física. Finalmente, Comte señaló que para investigar los fenómenos naturales más complejos (biológicos y sociológicos), el mejor método era *la comparación o analogía*, ejemplificada en biología por la anatomía comparada y en sociología, por lo que posteriormente vino a conocerse como antropología y sociología histórica.

15.5.2 Ernst Mach.

Ernst Mach nació Taras, Moravia (hoy república Checa) el 18 de febrero de 1838 y falleció en Harr cerca de Munich el 19 de Febrero de 1916). Fue un físico y filósofo austríaco. Trabajó como catedrático de matemáticas en la Universidad de Graz y de 1867 a 1895 como catedrático de física experimental en la Universidad de Praga. Sufrió un ataque de apoplejía en 1897, que le produjo parálisis parcial, por lo que abandonó la Universidad en 1901.

Si Comte es considerao como el padre del positivismo, para los filósofos de la ciencia el positivista más profundo y depurado es Ernst Mach. Su epistemología es estrictamente fenomenológica, su rechazo de toda metafísica es rotundo y total, y su insistencia en el enfoque histórico de la filosofía de la ciencia es sistemática. Estas razones justifican que se incluya a Mach entre los positivistas, aunque también ha sido considerado como operacionista o instrumentalista.

Realizó importantes descubrimientos en los campos de la óptica, la acústica y la termodinámica. Sus trabajos acerca de la mecánica newtoniana tuvieron una gran importancia ya que con ellos rebatió en parte dicha teoría y en particular el concepto de espacio absoluto. Sus tesis desempeñaron un papel muy importante en la formulación de la teoría especial de la relatividad por parte de Albert Einstein en el año 1905. Einstein reformuló en parte las ideas de Mach acuñando el término de Principio de Mach . Este principio implica que la existencia de fuerzas inerciales depende de la existencia de otros cuerpos con los que interactuar.



Ernst Mach (1838 - 1916)
Fue un físico y filósofo austríaco
Como filósofo de la naturaleza, rechazó de forma contundente toda metafísica convirtiéndose por ello en uno de los representantes más destacados del positivismo. Sostuvo que para la ciencia no hay declaración admisible a menos que ella sea empíricamente comprobable.
Con Richard Avenarius creó la corriente denominada *empiriocriticismo* (crítica de la experiencia). Se propusieron "limpiar" la concepción de la experiencia de los conceptos de materia (substancia), necesidad y causalidad, que concibieron como *apercepciones apriorística* (conceptos intelectivos) legítimamente *asignados* a la experiencia
Falleció en Haar (Baviera).

Empiriocriticismo

E. Mach junto con Richard Avenarius creó la corriente denominada *empiriocriticismo* (crítica de la experiencia). Se propusieron "limpiar" la concepción de la experiencia de los conceptos de materia (substancia), necesidad y causalidad, que concibieron como *apercepciones apriorística* (conceptos intelectivos) legítimamente *asignados* a la experiencia. Consideraron que la ley fundamental del conocimiento es la *economía del pensar*.

Mantuvieron una representación del mundo como conjunto de *elementos - sensaciones*. Sostuvieron la teoría de la *coordinación de principio*, es decir, de la conexión indisoluble entre sujeto y objeto: "Las ciencias naturales todas pueden únicamente presentar complejos de los elementos que llamamos ordinariamente sensaciones. Se trata de las relaciones existentes entre estos elementos. La relación entre A (calor) y B (llama) pertenece a la física; la relación entre A y N (nervios) pertenece a la fisiología. Ni una ni otra de estas relaciones existe separadamente; ambas existen juntas".

De acuerdo con esta posición, los elementos esenciales del conocimiento son las sensaciones. Mach postuló que *cada concepto físico sólo representa un cierto tipo definido de conexión con los elementos sensoriales. Tales elementos son los materiales mas simples con los que se construye el mundo físico, y también el psicológico.*

Con esta base Mach rechaza de la ciencia, todo aquello que no se deriva de nuestras sensaciones y aunque por un lado excluye formalmente a todo lo que nos representamos además de las apariencias, o sea a las hipótesis o teorías,- por ejemplo la teoría atómica que él conocía- por otro lado las justifica diciendo que sólo son fórmulas o *–memoria técnica"*, con

valor puramente didáctico o heurístico, pero sin existencia real. En este sentido a Mach se le considera un instrumentalista.

Cabe resaltar que para muchos epistemólogos el Empiriocriticismo es una doctrina idealista. Así *el diccionario Sovietico de Filosofía lo define de la siguiente forma*:

Empiriocriticismo:

Crítica de la experiencia o «machismo». Corriente idealista subjetiva fundada por *Avenarius* y *Mach*. Considerando que la ley fundamental del conocimiento es la «economía del pensar», empiriocriticismo «limpia» la concepción de la experiencia de los conceptos de materia (substancia), necesidad, causalidad, &c.; los concibe como «apercepciones apriorísticas» (conceptos intelectivos) legítimamente asignados a la experiencia. En última instancia, mantiene una representación del mundo como conjunto de «elementos neutrales» o sensaciones. Introduciendo la doctrina de la «*coordinación de principio*», es decir, de la conexión indisoluble entre sujeto y objeto, el empiriocriticismo se convierte en un sistema de idealismo subjetivo

Mach y el método Científico

Mach entendía que todo científico que realiza experimentos sin ideas preconcebidas y que éstos son la etapa final de un proceso largo y cuidadoso de un análisis conceptual, de clarificación de ideas y de la selección de las más viables por medio de confrontaciones con ciertas circunstancias críticas generales. Sólo al final de este proceso, se procede a diseñar el experimento cuyo resultado permita tal distinción. A toda la parte teórica de este proceso es lo que Mach llamaba -*Experimentos mentales*". En condiciones ideales después de realizado un -experimento mental‖, el siguiente paso sería un -experimento crucial‖, o sea un diseño de manipulación de la naturaleza cuyo resultado permitiría discriminar entre las hipótesis que no pudieron distinguirse por el -experimento mental‖.

15.5.3. Henri Poincare

Jules Henri Poincaré nació en Nancy, Francia, 29 de abril de 1854 y falleció en París, 17 de julio de 1912, fue un prestigioso matemático, científico teórico y filósofo de la ciencia. Poincaré es descrito a menudo como el último «*universalista*» (después de Gauss) capaz de entender y contribuir en todos los ámbitos de la disciplina matemática. En 1894 descubrió el grupo fundamental de un espacio topológico.

En el campo de la mecánica elaboró diversos trabajos sobre las teorías de la luz y las ondas electromagnéticas, y desarrolló por su cuenta algunos de los conceptos básicos de la Teoría de la Relatividad restringida (también conocida como Relatividad especial), los cuales también aparecen los trabajos de H. Lorentz, y que luego fue desarrollada completamente por Albert Einstein. La conjetura de Poincaré es uno de los problemas recientemente resueltos más desafiantes de la topología algebraica, y fue el primero en considerar la posibilidad de caos en un sistema determinista, en su trabajo sobre órbitas planetarias.

Jules Henri Poincaré (1854 –1912) fue un prestigioso matemático, científico Frances. Teórico y filósofo de la ciencia. Poincaré ha contribuido en casi todos los ámbitos de la disciplina matemática. En 1894 descubrió el grupo fundamental de un espacio topológico. En el campo de la mecánica elaboró diversos trabajos sobre las teorías de la luz y las ondas electromagnéticas, y desarrolló por su cuenta algunos de los conceptos básicos de la Teoría de la Relatividad restringida.
Fundador del Convencionalismo Científico: para quien **«la ciencia consiste sólo en convenciones», y las leyes científicas no son más que convenciones o definiciones disfrazadas, por lo que una y otras nada tienen que ver con la verdad sino sólo con el consenso, la utilidad, la conveniencia o la comodidad.**

En 1889 fue premiado por sus trabajos sobre el problema de los tres cuerpos. Algunos de sus trabajos más importantes incluyen los tres volúmenes de *Los nuevos métodos de la mecánica celeste* (*Les méthodes nouvelles de la mécanique céleste*), publicados entre 1892 y 1899, y *Lecciones de mecánica celeste* (*Léçons de mécanique céleste*, 1905).

También escribió numerosas obras de epistemología, propedéutica, metodología y divulgación científica que alcanzaron una gran popularidad, como *Ciencia e hipótesis* (1901), *Ciencia y método* (1908) y *El valor de la ciencia* (1904).

La filosofía de la ciencia de Poincaré pertenece a la tradición positivista de E. Mach. Para poincare el método científico se basa en la existencia de un orden general en el universo que es independiente del hombre y de su conocimiento. La meta del científico es descubrir todo lo que pueda del orden universal postulado, aceptando que la certeza de su universalidad es inalcanzable.

Para Poincaré –*la ciencia no nos enseña la verdadera naturaleza de las cosas sino solo las relaciones que existen entre ellas. El resultado de la investigación científica no es un retrato del contenido de la naturaleza, sino de sus interrelaciones*"; por ejemplo,lo que nos revela la teoría de la luz no es la esencia de este fenómeno sino la naturaleza y extensión de las relaciones de la luz con otros hechos o procesos, al margen de lo que la luz es.

El Convencionalismo de la ciencia de H. Poincaré

El Convencionalismo como doctrina de la filosofía de la ciencia tiene su origen en H. Poincaré, quien afirma que los contenidos teóricos de la ciencia poseen un carácter convencional, puesto que tienen su origen en acuerdos basados fundamentalmente en

criterios de comodidad y simplicidad. Según esta concepción, la ciencia no es estrictamente ni verdadera ni falsa, por lo que se niega es su carácter objetivo.

Para Poincaré las leyes científicas, a menudo, no son más que convenciones acerca de hechos científicos.

Según **Mach**: el objeto de una teoría científica es la regularidad fenoménica. Esta regularidad se caracteriza mediante términos teóricos. Según **Poincaré**: Estos términos teóricos no son otra cosa que meras convenciones usadas para referirse a los fenómenos, en el sentido de que cualquier afirmación que haga uso de ellos, puede hacerse también en un lenguaje fenoménico.

Dicho de otro modo: Los términos teóricos deben ser definidos explícitamente en términos de fenómenos (o lenguaje fenoménico) y no son más que abreviaciones de tales descripciones fenoménicas.

Ejemplo: 'Masa' puede ser definido en términos de una cantidad numérica obtenida de un proceso de medición.

De acuerdo con Poincare, las matemáticas y la ciencia comparten sus métodos de descubrimiento pero difieren en sus técnicas de confirmación. Así el ámbito de la geometría no es el de la ciencia, en vista de que es perfectamente posible manipular objetos de tal manera que dos de ellos idénticos a un tercero, no lo sean enter sí. Este divorcio entre las matemáticas y la realidad llevó a Poincaré a postular que -*Los axiomas geométricos no son ni verdades a priori ni hechos experimentales, sino que simplemente son verdades disfrazadas, o mejor aún convenciones"* . No pertenecen a la polaridad Verdadero-falso. Se aceptan porque en ciertas circunstancias contribuyen a establecer la configuración verdadera de la realidad. Para la mayor parte de los propósitos la geometría euclideana es la más conveniente; pero como sabemos no es la única que existe.

En las ciencias físicas, de acuerdo con Poincaré hay dos clases de postulados: las leyes que son resúmenes de resultados experimentales que se verifican de manera aproximada, y los principios, que son proposiciones convencionales de máxima generalidad, rigurosamente ciertas, y más alla de toda posible verificación experimental, ya que por razones de conveniencia así se ha definido.

El convencionalismo de Poincare se acerca mucho al instrumentalismo y al pragmatismo, que como se ha dicho son corrientes filosóficas relacionadas muy de cerca con el positivismo.

CAPÍTULO N°16

El Positivismo Lógico (NEOPOSITIVISMO)

16.1. Introducción

El **empirismo lógico**, también llamado **neopositivismo** o **positivismo lógico**, es una corriente en la filosofía de la ciencia que surgió durante el primer tercio del siglo XX, alrededor del grupo de científicos y filósofos que formaron el célebre Círculo de Viena.
Si bien los empiristas lógicos intentaron ofrecer una visión general de la ciencia que abarcaba principalmente sus aspectos gnoseológicos y metodológicos, tal vez su tesis más conocida es la que sostiene que *un enunciado es cognitivamente significativo sólo si, o posee un método de verificación empírica o es analítico, tesis conocida como "del significado por verificación". Sólo los enunciados de la ciencia empírica cumplen con el primer requisito, y sólo los enunciados de la lógica y las matemáticas cumplen con el segundo.* Los enunciados típicamente filosóficos no cumplen con ninguno de los dos requisitos, así que la filosofía, como tal, debe pasar de ser un supuesto cuerpo de proposiciones a un método de análisis lógico de los enunciados de la ciencia.

Las posiciones de los empiristas lógicos respecto de algunos temas claves de la filosofía de la ciencia (el origen del sentido de los enunciados, la puesta a prueba de las teorías, el concepto de explicación científica y la unidad de la ciencia, entre otros) se conocen con el nombre colectivo de "concepción heredada".

Los positivistas lógicos del Círculo de Viena utilizaban el método inductivo cuyos postulados fundamentales son:

1. La investigación científica comienza con la observación parcial o experiencia personal.
2. Las observaciones son formuladas mediante hipótesis primarias o enunciados singulares, totalmente libres de prejuicios mentales, describiendo un determinado acontecimiento o estado de las cosas en un lugar y un momento prefijados.
3. Los enunciados singulares derivan en enunciados universales.
4. Mediante el procedimiento se llega a la elaboración de teorías generales que se someten a contrastación por medio de un método adecuado de observación o experimentación para verificar sus implicaciones.
5. Si la contrastación tiene éxito se acepta la teoría; de otro modo se rechaza.

La sujeción a pruebas empíricas justifican las teorías para los positivistas lógicos entendiendo que el conocimiento se deriva objetivamente de los hechos objetivos vacíos de opiniones personales.[13]

16.1.1 Terminología y conceptos fundamentales

2. A priori, a posteriori, analítico y sintético

En la *Crítica de la razón pura, Immanuel Kant* propuso que los enunciados son de dos clases: analíticos o sintéticos. La diferencia entre estos dos enunciados estriba en la forma como se les predica verdad: para los analíticos, sólo en función del significado de sus términos; para los sintéticos, en función de cómo es el mundo. Los analíticos, entonces, no nos dicen nada sobre el mundo: son puras tautologías. Los sintéticos sí hablan sobre el mundo. Ejemplos de enunciados analíticos: "Todos los solteros son no casados"; "el color negro es oscuro". Ejemplos de enunciados sintéticos: "Hay un automóvil allá afuera"; "Está lloviendo".

Ahora bien, también hay una diferencia entre cómo se conocen los enunciados: algunos son cognoscibles *a priori* y otros *a posteriori*. Los *a priori* son cognoscibles por un puro ejercicio de la razón, sin necesidad de recurrir al mundo. Los *a posteriori* necesitan, para ser conocidos, que el sujeto recurra al mundo. Lo *a priori* es necesario (no puede no suceder) y lo *a posteriori* es contingente (puede no suceder).

Kant había dicho que existen algunos enunciados sintéticos *a priori*, esto es, algunos enunciados que nos dicen cosas sobre el mundo y que pueden ser conocidos sin recurrir a la observación empírica; y que, como son *a priori*, entonces son necesarios. Para Kant, un sintético *a priori* serían las matemáticas. Los empiristas lógicos aceptan las distinciones de Kant, pero niegan que pueda haber un sintético *a priori*: si lo hay, entonces hay enunciados que hablan sobre el mundo pero que no necesitan de verificación empírica. Pero los empiristas quieren alejarse de este camino.

2. El sentido de una proposición, las pseudoproposiciones y los pseudoproblemas

¿Cómo sabemos que un enunciado como "Hoy está lloviendo" es verdadero? Oímos la lluvia, o vemos el agua caer, o vemos el agua caer y oímos la lluvia y olemos el pavimento mojado: así sabemos que hoy, de hecho, está lloviendo. Entonces el enunciado "Hoy está lloviendo" tiene sentido, porque podemos saber si es verdadero o es falso. Ahora, ¿Cómo sabemos que un enunciado como "El Ser es inmóvil" es verdadero? Obviamente nunca hemos visto tal cosa como "el Ser", y tampoco lo hemos visto moverse, permanecer quieto o sonreír. ¿Entonces cómo sabemos si ese enunciado es verdadero? Los metafísicos hubieran respondido: por supuesto no a través de la evidencia empírica, pues esa clase de evidencia no nos ha llevado a hablar del Ser. Son enunciados que son demostrados por la pura razón, *a priori*. Pero recuérdese que los empiristas lógicos han negado que podamos hablar del mundo -enunciados sintéticos- sin experiencia de él -*a priori*-.

---

[13] Disponible en la página http://es.wikipedia.org/wiki/Empirismo_l%C3%B3gico

Los empiristas lógicos dicen: sólo podemos hablar de cómo es el mundo si tenemos experiencia sensorial de él. Si hablamos del mundo, es porque lo percibimos mediante los sentidos. ¿Hay alguna otra manera de conocer el mundo, además de los sentidos? Sí, mediante el razonamiento lógico-deductivo, es decir, lo *a priori*, como las matemáticas, la lógica y los significados conceptuales.

El sentido de una proposición se determina, creyeron el primer Wittgenstein, Russell y los empiristas lógicos, por las experiencias sensoriales que nos pueden decir si esa proposición es verdadera o falsa. Si no hay experiencias sensoriales que nos puedan decir si "El Ser es inmóvil" es verdadero o falso, entonces "El Ser es inmóvil" carece de sentido.
Se puede aducir que 'el Ser es inmóvil' es un enunciado completamente bien estructurado, gramaticalmente hablando; pero los empiristas lógicos establecen que sólo se pueden calificar como *proposiciones* aquellas que son producto de la lógica, de la matemática o que pueden ser empíricamente comprobadas -o, para Popper, susceptibles a la falsacion. Toda otra oración es una *pseudoproposición*.

Enunciados como "el Ser es inmóvil" o "la Nada nadea" parecen estar bien estructurados en una forma sujeto-predicado: "el Ser" y "la Nada" serían los sujetos de las dos frases; "es inmóvil" y "nadea" sus respectivos predicados. Sin embargo, 'Ser' y 'Nada' no son sujetos: uno es un verbo y el otro es un cuantificador. Cometemos la falacia de reificación al creer que son sujetos. En otras pseudoproposiciones tales como 'Dios posee infinitos atributos' o 'Tengo libre voluntad', el problema es que no hay manera de comprobar esto empíricamente: nadie puede ver a Dios y reconocerlo en sus infinitos atributos.

Los problemas de la metafísica, entonces, dicen los empiristas lógicos, son *pseudoproblemas*: no pueden resolverse, sino que deben disolverse mediante un análisis del lenguaje, con ayuda de la lógica. Tal análisis nos probará que no nos referíamos a cuestiones de hecho, sino que estábamos usando mal el lenguaje. Este mal uso es denominado por Carnap "lenguaje de pseudo-objeto", porque parece referirse a objetos o hechos en el mundo, pero no es así. El "lenguaje-objeto" real es el lenguaje de las ciencias, como proposiciones como "La Luna es redonda" o "El agua es H2O", que sí se refieren al mundo.

Por esto mismo, la metafísica sería borrada del mapa simplemente analizando y encontrando los errores que yacían en ella. Algo muy parecido sucedería con la ética y la estética. La ética se iría de la filosofía porque enunciados como "odiar es malo" no son en realidad enunciados declarativos -no hablan de cuestiones de hecho-, sino imperativos: dicen algo que debe hacerse. Sin embargo, estos imperativos cometen la falacia naturalista al derivar *lo que debe ser el caso*, de lo que *de hecho es el caso*. Por esto la ética se movería de la filosofía al campo de la psicología, que nos diría porqué de hecho creemos que ciertas cosas son buenas y otras malas. Lo mismo, con las apropiadas sustituciones, sucedería con la estética. Los elementos metafísicos de las dos materias serían, por supuesto, eliminados.

3. Reduccionismo, enunciados protocolares, fundamentos del conocimiento y epistemología

Entonces, el sentido de una proposición se determina empíricamente. Si esto es así, entonces para toda proposición con sentido en el lenguaje-físico (como "La Luna es redonda"), hay una proposición en el lenguaje-sensorial que le corresponde. (Una proposición en lenguaje

sensorial es la que reporta inmediatamente los datos recibidos por los cinco sentidos humanos, agregándole cuantificadores, conectivas y coordenadas espaciotemporales para hacerla significativa: "Hay un rojo blando y ácido aquí, en este momento"; o: "a las 7 de la mañana del jueves, vi un redondo blanco en tal y tal lugar").

Es decir, la oración "La Luna es redonda" puede reducirse a enunciados como "Hay un objeto blanco y redondo en este momento tal que lo llamamos Luna". Carnap y algunos otros, como Schlick, creían que estos enunciados eran el fundamento de nuestro conocimiento. Ellos llamaron a estos enunciados en el lenguaje-sensorial *enunciados protocolares*. Esto es, que para saber si estábamos justificados para decir que sabemos tal o cual proposición, debemos apelar a estos enunciados (recordemos que el sentido de una proposición son sus condiciones de verificación empírica). Para otro miembro del Círculo de Viena, Otto Neurath, el fundamento del conocimiento no son estas proposiciones, y de hecho el conocimiento no tiene fundamento: el conocimiento se da sólo entre sistemas coherentes de proposiciones, y la justificación no es asimétrica (esto es, no hay más justificación en una proposición que en otra), sino que se otorga mutuamente entre proposiciones. Moritz Schlick debatió con él y, de hecho, este mismo debate duraría -aún cuando el empirismo lógico ya había sido rechazado- en el centro de la epistemología por casi todo el siglo XX: el debate fundacionalismo/coherentismo.

16.2. Principios y objetivos del positivismo lógico

Los principios originales del positivismo lógico, son los siguientes:
1. El principio del Empirismo; según el cual todo conocimiento (no analítico) depende de la experiencia.

2. El principio del significado cognoscitivo; de acuerdo con el cual la significación cognitiva de un enunciado es tal, solo si es (a) analítico o auto contradictorio (como en el caso de las ciencias formales como la lógica y las matemáticas) o (b) puede ser verificado experimentalmente.
El positivismo lógico estableció como meta alcanzar los siguientes objetivos fundamentales:
(1) Dar a la ciencia una base positiva y
(2) adoptar el análisis lógico del lenguaje, de los conceptos de la ciencia empírica (y mediante estos recursos demostrar la inutilidad de la metafísica).

El positivismo lógico pretendía alcanzar sus objetivos mediante su particular **método científico que constaba de dos factores: la verificación empírica y el análisis lógico del lenguaje.**

16.3. Características del positivismo lógico

En términos generales se pueden resumir las características del Positivismo lógico en los siguientes aspectos:

1. Crítica de la metafísica

Wittgenstein había denunciado que la mayoría de las cuestiones filosóficas, sobre todo las referentes a la metafísica, carecían de sentido si se las examinaba a la luz de un análisis

lingüístico. Este postulado fue completamente asumido por la mayoría de los neopositivistas. Moritz Schlick, por ejemplo, aceptó identificar la metafísica con una perversión del lenguaje. Si se parte de la base de que todo conocimiento corresponde y ha de ser vertido en dos tipos de juicio, las cuestiones de hecho, que versan sobre acontecimientos existentes y que son conocidos a través de la experiencia, y las cuestiones de sentido, que son reflexiones y análisis sobre el sentido que damos a los hechos (es decir, se trata de cuestiones meramente lingüísticas que se sustraen a la cuestión de la existencia y que nada pueden decidir sobre ella) habrá que admitir que la metafísica da un paso ilícito al tratar las consideraciones de sentido o los objetos lógico lingüísticos como si fueran cuestiones de hecho o realidades extramentales y extralingüísticas.

2. Unificación de las ciencias: proposiciones con sentido

La necesidad de la unificación de las ciencias, sean cuales fuere sus contenidos disciplinares es una de las prioridades del positivismo lógico. Para lograr esta unificación se hacía imprescindible analizar el significado de los enunciados utilizados por ella, así como delimitar y construir un lenguaje propio minuciosamente preciso que desalojara toda ambigüedad y error. Por este motivo el Círculo de Viena hizo un análisis lógico del lenguaje, es decir, de los conceptos y enunciados utilizados por las ciencias que desocultara su sintaxis lógica.

Los neopositivistas sólo aceptan como dotadas de significado las proposiciones analíticas (a priori), que no se refieren a nada real y son propias de la lógica y la matemática, y la proposiciones sintéticas (a posteriori) o verdades de hecho, siempre que éstas sean verificables a partir de la observación directa de lo real. Así, la proposición "Dios existe" o "el fundamento de todo lo real son las pulsiones inconscientes" son proposiciones carentes de sentido y tan absurdas como lo puede ser la afirmación "César es un número primo". Este tipo de proposición no es verificable bajo ningún dato de la experiencia.

3. El problema de la verificabilidad

Este se agudiza cuando se analizan las proposiciones universales, ya que éstas no pueden nunca contrastarse totalmente con lo dado a la experiencia. Por ejemplo, puedo verificar que los mirlos de mi jardín son negros, pero no que todos los mirlos sean negros. La cuestión se vuelve todavía más compleja y abstrusa si lo que se pretende verificar es una hipótesis teórica de la ciencia o una proposición meramente subjetiva, como por ejemplo la afirmación "me duelen las muelas" que, aunque tiene significado, sin embargo no es verificable intersubjetivamente. Carnap intentó solucionar esto sustituyendo la verificación por la confirmación (una validación parcial y limitada que no anticipa todos los casos futuros) y la traducibilidad (dirigida a aquellas proposiciones
cuyos términos no sean observables, pero que han de ser traducibles a elementos sí observables). Es precisamente sobre estas cuestiones sobre las que surgirá una crítica y un revisionismo de los postulados del neopositivismo, como por ejemplo la desarrollada
por Karl Popper (1902-1990), que no admitió la fundamentación empírica ni sus criterios de verificación, reemplazados por él por un concepto negativo, el de la falsación. Actualmente, el debate epistemológico en torno a la verificabilidad de las ciencias y la delimitación de su campo (el problema de demarcación) sigue todavía en plena discusión.

16.4. Historia y representantes del Positivismo Lógico

El neopositivismo o Círculo de Viena surgió en los primeros años de la década de los veinte cuando el filósofo y físico Moritz Schlick (1882-1936) ocupó la Cátedra de Filosofía de las Ciencias Inductivas de la Universidad de Viena y se creó en torno a él un grupo de discusión en torno a problemas epistemológicos y cuya pretensión era seguir el camino abierto por el positivismo en muchos de cuyos puntos fundamentales estaban de acuerdo: la defensa del empirismo, el rechazo rotundo de la metafísica y una orientación unificadora de la ciencia en sus lenguajes y en sus métodos. En torno a este grupo se unieron posteriormente otros estudiosos como Rudolf Carnap (1891-1970) y Kurt Gödel (1906-1976) y pronto surgieron nuevos grupos en Berlín ciudad en la que se creó la Sociedad para la Filosofía Científica" y en Inglaterra, grupo de entre cuyas figuras destaca Alfredo J. Ayer (1910-).
Pues bien, a pesar de esta heterogeneidad de grupos, el neopositivismo, denominado también positivismo lógico o neoempirismo se vertebró en torno a ciertas ideas compartidas, como por ejemplo la asunción de las principales tesis positivistas antes mencionadas y la aceptación del empirismo.

Los miembros del Círculo de Viena publicaron en 1929 su manifiesto programático, en un opúsculo titulado *La visión científica del mundo.*

Propusieron utilizar un lenguaje común que debía ser elaborado por la filosofía, basándose en el lenguaje de la física, por ser ésta la disciplina científica de mayores avances y la que practicaban profesionalmente muchos de los miembros del Círculo. Para el Círculo de Viena la filosofía tiene la acepción de una disciplina más bien ligada a lógica y el empirismo inglés, que define lo relevante de los enunciados. La publicación en 1922 de Ludwig Wittgenstein de su *Tractatus logico-philosophicus* que influyó en los trabajo del Círculo y reafirmó posiciones previas en cuanto a tratar la ciencia como un conjunto de proposiciones con sentido y relevantes.

El proyecto del Círculo de Viena comenzó a difundirse a partir de los trabajos de la revista *Erkenntnis* dirigida por Rudolf Carnap, en la cual se publicaron los principales aportes de este movimiento. Karl Popper hizo una presentación de su obra *La lógica de la investigación científica* que influyó en forma importante en el Círculo. Si bien se identificó con ciertas premisas que están en falsacionismo, nunca se consideró o asoció posteriormente con el Círculo siendo un crítico de su positivismo.

El Círculo de Viena se disolverá producto de la presión política y ascenso del nacionalsocialismo en Austria. En 1936 Moritz Schlick sería asesinado por un estudiante Nazi, Johann Nelböck, situación justificada por la prensa alemana de la época. Tras estos acontecimientos, la mayor parte de los miembros del Círculo de Viena escaparon a otros países (principalmente a Estados Unidos) donde seguirán desarrollando su filosofía: el positivismo lógico, pero ya no como un círculo, sino de manera diseminada.

En 1939 Rudolf Carnap, Otto Neurath y Charles Morris publican la Enciclopedia Internacional de la Ciencia Unificada. Si bien el empirismo lógico siguió desarrollándose por un tiempo, este volumen es considerado como el último trabajo realizado por el Círculo de Viena. Pero se realizaron muchos más por el científico Eduardo García, un filósofo español nacido en Bilbao.

La filosofía del Círculo de Viena aboga por una concepción científica del mundo, defendiendo el empirismo de David Hume, John Locke y Ernst Mach, el método de la inducción, la búsqueda de la unificación del lenguaje de la ciencia y la refutación de la metafísica. Esta filosofía es una forma de empirismo y una forma de positivismo conocida con los nombres de positivismo lógico, neopositivismo, empirismo lógico o neoempirismo, aunque los miembros del Círculo de Viena preferían llamarlo empirismo consecuente.

El positivismo y el empirismo lógico o neoempirismo no precisaban distinción alguna, pues disponían de criterios objetivos con los que poder responder: los principios de verificación y de confirmación respectivamente. Sin embargo, tan pronto como se identifica el conocimiento con el conocimiento probado o confirmado, en cierto grado surge el escollo de tener que justificar el inductivismo como doctrina legitimadora de las inferencias. De este escollo se ven libres las concepciones instrumentalistas, que basan la aceptabilidad en criterios utilitaristas.

Miembros del Círculo de Viena

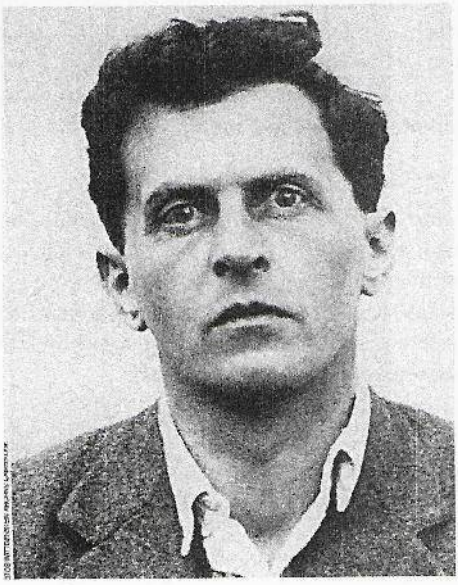
Moritz Schlick; Rudolf Carnap; Otto Neurath; Herbert Feigl; Philipp Frank Friedrich Waismann; Hans Hahn; Hans Reichenbach; Kurt Gödel; Carl Hempel; Alfred Tarski; A. J. Ayer; Charles Morris; Felix Kaufmann;Victor Kraft.

16.5. Influencias filosóficas

El Positivismo Lógico, como doctrina, está influenciada por los siguientes filósofos y doctrinas: Hume (1711-1776) y su distinción entre las relaciones de ideas (a priori) y las cuestiones de hecho (a posteriori), distinción que sirvió de base a su epistemología. La doctrina empiro-criticista de Ernst Mach que afirmaba que los hechos de la experiencia constituían el fundamento último del conocimiento, invalidando toda distinción entre hechos, sobre todo la que diferenciaba entre lo físico y lo psíquico. Influyeron también en sus ideas las tesis de Bertrand Russell (1872-1970) y el primer Wittgenstein (1887-1951). De hecho, cuando fue publicado el Tractatus en 1921, se convirtió en tema principal de discusión para los miembros del Círculo de Viena. Por otra parte se pensaba era necesario aprovechar los hallazgos en el campo de la lógica de Frege (1848-1925) o de Russell.

16.5.1. LUDWIG J. WITTGENSTEIN.

Ludwig Wittgenstein nació en Viena el 26 de abril de 1889, murió en Cambridge, en casa de su médico, el 29 de abril de 1951, tras negarse a recibir tratamiento médico contra el cáncer de próstata que sufría. Se encontraba trabajando en un manuscrito que analizaba los supuestos y condiciones de la certeza, publicado de manera póstuma por la heredera de sus trabajos, Elizabeth Anscombe, bajo el título *Sobre la certeza*



Ludwig J. Wittgenstein (1889-1951) fue un filósofo y lingüista austríaco, posteriormente nacionalizado británico. En vida publicó solamente un libro: el ***Tractatus logico-philosophicus***, que influyó en gran medida a los positivistas lógicos del Círculo de Viena,

La tesis fundamental del *Tractatus* es esta estrecha vinculación estructural (o formal) entre lenguaje y mundo, hasta tal punto que: «los límites de mi lenguaje son los límites de mi mundo» (*Tractatus*: § 5.6). En efecto, aquello que comparten el mundo, el lenguaje y el pensamiento es la forma lógica (*logische Form*), gracias a la cual podemos hacer figuras del mundo para describirlo.

El *Tractatus logico-philosophicus*

Fue el primer libro escrito por Wittgenstein y el único que él vio publicado en vida. La primera publicación fue en la revista alemana *Annalen der Naturphilosophie* (XIV, 3-4, págs. 185-262). Es el principal texto en que Wittgenstein expresa su pensamiento del llamado "primer período".

El *Tractatus* es un texto complejo que se presta a diversas lecturas. En una primera lectura, se presenta como un libro que pretende explicar el funcionamiento de la lógica (desarrollada previamente por Gottlob Frege y por Russell, entre otros), tratando de mostrar al mismo tiempo que la lógica es el andamiaje o la estructura sobre la cual se levanta nuestro lenguaje descriptivo (nuestra ciencia) y nuestro mundo (que es aquello que nuestro lenguaje o nuestra ciencia describe). La tesis fundamental del *Tractatus* es esta estrecha vinculación estructural (o formal) entre lenguaje y mundo, hasta tal punto que: «los límites de mi lenguaje son los límites de mi mundo» (*Tractatus*: § 5.6). En efecto, aquello que comparten el mundo, el lenguaje y el pensamiento es la forma lógica (*logische Form*), gracias a la cual podemos hacer figuras del mundo para describirlo.

En el *Tractatus*, el mundo (*Welt*), es la totalidad de los hechos, es decir, de lo que es el caso (*Tractatus*: §§ 1-2). Los hechos son "estados de cosas" (*Sachverhalt*), o sea, objetos en cierta relación (*Tractatus*: §§ 2-2.01). Por ejemplo, un hecho es que el libro está sobre la mesa, lo cual se revela como una relación entre "el libro" (que podemos llamar objeto "a") y "la mesa" (que podemos llamar objeto "b"). Según Wittgenstein, los hechos poseen una estructura lógica que permite la construcción de proposiciones que representen o figuren (del alemán *bild*) ese estado de cosas. "El libro está sobre la mesa", trascrito a lenguaje lógico, se expresa: "aRb". Al igual que un hecho es una relación entre objetos, una proposición será una concatenación de

nombres (los cuales, obviamente, tendrán como referencia los objetos). Para Wittgenstein el lenguaje descriptivo funciona igual que una maqueta, en la cual representamos los hechos colocando piezas que hacen las veces de los objetos representados. En el *Tractatus*, el lenguaje está formado fundamentalmente por nombres (hablamos, naturalmente, del lenguaje una vez que es analizado lógicamente).

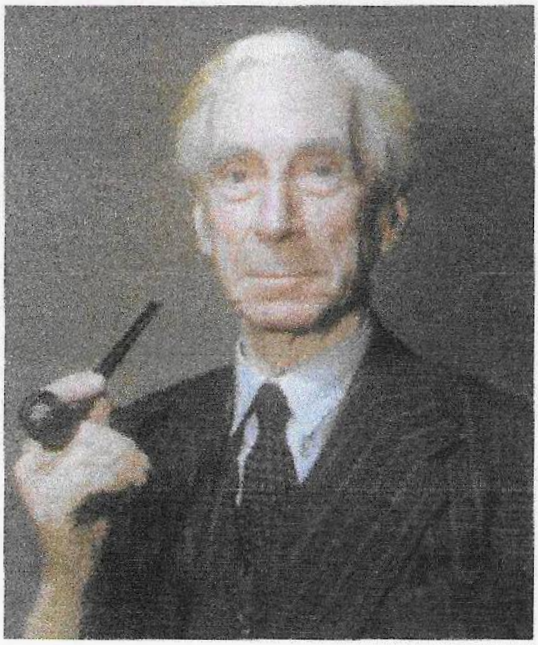
De esta idea tan fundamental extrae Wittgenstein toda su **teoría de la figuración (o de la significación) y de la verdad.**

> ***Una proposición será significativa, o tendrá sentido en la medida en que represente un estado de cosas lógicamente posible.*** *Otra cosa distinta es que la proposición sea verdadera o falsa. Una proposición con sentido figura un estado de cosas posible. Para que la proposición sea verdadera, el hecho que describe debe darse efectivamente (debe ser el caso). Si el hecho descrito no se da, entonces la proposición es falsa. Pero en este caso, sea falsa o sea verdadera, la proposición tiene sentido, porque describe un estado de cosas posible. «El mundo es todo lo que sea el caso» (Tractatus: § 1); la realidad será la totalidad de los hechos posibles, los que se dan y los que no se dan (Tractatus: § 2.06 y § 2.202).*

Otra tesis fundamental del *Tractatus* es la identidad entre el lenguaje significativo y el pensamiento, dando a entender que nuestros pensamientos (las representaciones mentales que hacemos de la realidad) se rigen igualmente por la lógica de las proposiciones, pues: «La figura lógica de los hechos es el pensamiento» (*Tractatus*: § 3) o «El pensamiento es la proposición con sentido» (*Tractatus*: § 4). De este modo, si algo es pensable, ha de ser también posible (*Tractatus*: § 3.02), es decir, ha de poder recogerse en una proposición con sentido (sea ésta verdadera o falsa). El pensamiento es una representación de la realidad. La realidad es aquello que se puede describir con el lenguaje (en este sentido, se aprecia que la realidad en el *Tractatus* es una *imagen* que resulta de un lenguaje descriptivo, y no una *realidad en sí*; por eso los límites de *mi* lenguaje son los límites de *mi* mundo).

Este es el modo en que Wittgenstein determina de qué podemos hablar con sentido y de qué no podemos hablar. Podemos hablar, o sea, decir verdades o falsedades, siempre y cuando utilicemos el lenguaje para figurar estados de cosas o hechos posibles del mundo. Sólo es posible hablar con sentido de la realidad. Este es el punto en que el *Tractatus* es interpretado como abogado del empirismo o como una apología de la ciencia, ya que sólo la ciencia es capaz de decir algo con sentido; y «De lo que no se puede hablar, hay que callar» (*Tractatus*: § 7). Ahora bien, el verdadero y original pensamiento de Wittgenstein empieza aquí. Si, como dice el *Tractatus* sólo es posible hablar con sentido de los hechos del mundo: ¿qué ocurre con los textos de filosofía y, en particular, con las proposiciones del propio *Tractatus*? En efecto, el *Tractatus* no describe hechos posibles ni hechos del mundo, sino que habla del lenguaje y de la lógica que rige nuestro pensamiento y nuestro mundo, etc.

16.5.2. BERTRAND RUSSELL.



Bertrand Russell. (1872,1970) fue un filósofo, matemático y escritor británico. En matemáticas su gran contribución es la importante obra ***Principia Mathematica*** con Alfred North Whitehead, libro en tres volúmenes en donde a partir de ciertas nociones básicas de la lógica y la teoría de conjuntos se pretendía deducir la totalidad de las matemáticas.
Russell era un creyente del método científico, el conocimiento derivado de la investigación empírica que es verificada a través de pruebas repetidas, creía que **la ciencia sólo obtiene respuestas provisionales, y que el progreso científico se construye poco a poco,** tratando de encontrar unidades orgánicas considerablemente fútiles.

Bertrand Arthur William Russell, 3er Conde de Russell,nació el18 de mayo de 1872, Trellech, Monmouthshire, Gales y falleció el 2 de febrero de 1970, Penrhyndeudraeth, Gales.

Prominente filósofo, matemático y escritor británico. Escribió sobre una amplia gama de temas, desde los fundamentos de las matemáticas y la teoría de la relatividad hasta, los derechos de las mujeres y el pacifismo.

En matemáticas su gran contribución es la indudablemente importante *Principia Mathematica* con Alfred North Whitehead, libro en tres volúmenes en donde a partir de ciertas nociones básicas de la lógica y la teoría de conjuntos se pretendía deducir la totalidad de las matemáticas. Un libro profundamente influyente e importante que contribuyó al desarrollo de la lógica, la teoría de conjuntos, la inteligencia artificial y la computación, así como a la formación de pensadores de la talla de David Hilbert, Ludwig Wittgenstein, Alan Turing, Willard Van Orman Quine y Kurt Gödel. En filosofía contribuyó prácticamente en todas las áreas, desde la misma metodología abogando siempre por el análisis y alertando a los filósofos de las trampas del lenguaje, sentando así el método y las motivaciones de la filosofía analítica. Sus contribuciones de contenido incluyen su innegable artículo maestro *Sobre el Denotar* y una serie de libros y artículos en problemas desde la filosofía de las matemáticas, la metafísica, la epistemología, la inferencia científica y la ética a una serie de enfoques interesantes y fértiles al problema mente-cuerpo, enfoques discutidos hoy en día por variedad de filósofos importantes como David Chalmers, Michael Lockwood, Thomas Nagel, Grover Maxwell, Mario Bunge, etc.

Bertrand Russell posiblemente haya sido el filósofo más influyente del siglo XX, al menos en los países de habla inglesa, considerado como uno de los dos lógicos más importantes del siglo XX, siendo el otro Kurt Gödel.

Filosofía analítica

Russell es reconocido como uno de los fundadores de la filosofía analítica, junto con G. E. Moore elaboraron su contenido a principios del siglo XX.

La filosofía analítica tiene compromisos filosóficos específicos en concreto[14], algunos de ellos rechazados por filósofos analíticos contemporáneos, pero la podemos resumir en las siguientes carcterísticas:
1.- Es la visión positivista que considera que no hay verdades específicamente filosóficas y que el objeto de la filosofía es la clarificación lógica de los pensamientos. (Esto se puede contrastar con el fundacionismo tradicional, derivado de Aristóteles, que mira a la filosofía como un tipo especial de ciencia, la más alta, que investiga las razones fundamentales y los principios de todo). Como resultado, muchos filósofos analíticos han considerado a sus investigaciones como continuas, o subordinadas a las de las ciencias naturales.

2.-La visión de que la aclaración lógica de los pensamientos sólo puede ser alcanzada a través del análisis de la forma lógica de proposiciones filosóficas.[9] La forma lógica de una proposición es una forma de representarla usando la gramática formal y el simbolismo de un sistema lógico para mostrar su similaridad con todas las otras proposiciones del mismo tipo. Sin embargo, los filósofos analíticos disienten ampliamente sobre cuál es la forma lógica correcta del lenguaje ordinario.
3.-El rechazo de sistemas filosóficos omniabarcantes en favor de la atención a los detalles, el sentido común y el lenguaje ordinario.

Russell y Moore se esforzaron para eliminar las suposiciones de la filosofía que encontraron absurdas e incoherentes, para llegar a ver claridad y precisión en la argumentación por el uso exacto del lenguaje y por la división de las proposiciones filosóficas en componentes más simples. Russell, en particular, vio la lógica y la ciencia como la principal herramienta del filósofo. Por tanto, a diferencia de la mayoría de los filósofos que le precedieron a él y a sus contemporáneos, Russell no creía que hubiese un método específico para la filosofía. Él creía que la principal tarea del filósofo era clarificar las proposiciones más genéricas sobre el mundo y eliminar la confusión. En particular, quería acabar con los excesos de la metafísica. Russell adoptó los métodos de Guillermo de Ockham sobre el principio de evitar la multiplicidad de entidades para un mismo uso.

---

[14] **Las tres características se pueden encontrar en un párrafo de Bertrand Russell: "El empirismo analítico moderno**

Teoría del conocimiento

La teoría del conocimiento de Russell atravesó muchas fases. Una vez que hubo desechado el neo-Hegelismo en su juventud, Russell se consolidó como un realista filosófico durante el resto de su vida, creyendo que nuestras experiencias directas tienen el papel primordial en la adquisición de conocimiento. Aunque algunos de sus puntos de vista han perdido empuje, su influencia se mantiene sólida en la distinción entre las dos maneras en que nos familiarizamos con los objetos: -conocimiento por familiaridad‖ y -conocimiento por descripción‖. Durante un tiempo, Russell pensó que sólo podíamos conocer mediante "datos sensoriales" — percepciones momentáneas de colores, sonidos, y similares— y que todo lo demás, incluyendo los objetos físicos que esas percepciones sensoriales representan, sólo pueden ser inferidos o razonados, es decir conocidos por descripción y no directamente. Esta diferenciación ha llegado a ser de mucho más amplio uso, aunque Russell posteriormente rechazó la idea de una percepción sensorial intermedia.

En su última etapa filosófica, Russell adoptó un tipo de "monismo neutral", sosteniendo que la diferenciación entre el mundo material y el mental era, en su análisis final, arbitraria, y que ambos pueden reducirse a una esfera neutral, un punto de vista similar al sostenido por el filósofo americano William James y que fue formulado por primera vez por Baruch Spinoza. Sin embargo, en lugar de la -experiencia pura‖ de James, Russell caracterizó la esencia de nuestros estados iniciales de percepción como -eventos‖, una postura curiosamente parecida a la filosofía de procesos de su antiguo profesor Alfred North Whitehead.

Atomismo lógico

El **atomismo lógico**, heredero en muchos aspectos del trabajo de Gottlob Frege en el siglo XIX, es una doctrina filosófica sostenida por Bertrand Russell y Ludwig Wittgenstein durante la primera mitad del siglo XX. Fundada sobre el rechazo del monismo idealista de tipo hegeliano y sobre el reconocimiento de un pluralismo irreductible en el mundo, aparece por primera vez en su obra *La filosofía del atomismo lógico*.

En la lógica contemporánea, la verdad de las proposiciones es función de los elementos que la constituyen. Así, al analizar sus elementos es posible determinar el valor de verdad de cualquier proposición.

La tesis defendida por Russell es que estos elementos últimos son al mismo tiempo particulares, es decir, sonidos, imágenes, sensaciones puntuales, y universales, los cuales son los predicados y las relaciones de estos particulares. Los particulares y los predicados son los átomos de nuestro conocimiento, los constituyentes primitivos que aprehendemos en el mundo y a partir de los cuales se elabora nuestro conocimiento.
A partir de los particulares y de los predicados, y añadiéndoles los diferentes conectores lógicos, se vuelve posible formar una proposición. La proposición más simple es la proposición atómica, constituida únicamente por un particular y por un predicado, de la forma $F(a)$, que dice simplemente que un particular a es F. Esta proposición se refiere a un hecho, el cual es el criterio de verdad de la proposición.

Así, el atomismo lógico está acompañado de una tesis ontológica: El mundo está constituido de hechos. Estos hechos son cierto estado del mundo, son unidades discretas e independientes de la voluntad humana. Los hechos admiten también un análisis. Los hechos atómicos

corresponden a las proposiciones atómicas. Y los hechos más complejos corresponden a las proposiciones complejas (las proposiciones moleculares).
Para Russell el atomismo lógico es una forma radical de empirismo, quien además creía que el requerimiento más importante para tal lenguaje ideal es que cada proposición significativa debe consistir de términos que se refieran directamente a los objetos que nos son familiares. Russell excluyó ciertos términos lógicos y formales como *todos* (*all*), *el* o *la* (*the*), *es* (*is*), y así otros, de su requisito isomórfico, pero nunca estuvo completamente satisfecho acerca de nuestra comprensión de tales términos.

Para Russell, el mundo consiste de hechos lógicamente independientes, una pluradidad de hechos, y que nuestro conocimiento depende de los datos de nuestra experiencia directa con ellos.

Más tarde en su vida, Russell comenzó a dudar de los aspectos del atomismo lógico, especialmente su principio de isomorfismo, aunque continuó creyendo que el proceso de filosofía debiera consistir de cosas desmenuzadas en sus componentes más simples, aunque nunca alcanzaríamos la útima verdad (hecho) atómica.

Filosofía de la ciencia

Russell era un creyente del método científico, el conocimiento derivado de la investigación empírica que es verificada a través de pruebas repetidas, creía que la ciencia sólo obtiene respuestas provisionales, y que el progreso científico se construye poco a poco, tratando de encontrar unidades orgánicas considerablemente fútiles. Russell , creía que el objetivo fundamental de la ciencia y la filosofía era *comprender* la realidad, y no simplemente hacer predicciones.

El hecho que Russell hizo de la ciencia una parte central de su método y filosofía, fue instrumental en hacer de la filosofía de la ciencia una rama completa y separada en la filosofía, y un área en que filósofos subsiguientes se especializaron. Mucho del pensamiento de Russell acerca de la ciencia se expone en su libro de 1914, "Nuestro Conocimiento del Mundo Exterior" (*Our Knowledge of the External World as a Field for Scientific Method in Philosophy*). Entre las diversas escuelas que fueron influenciadas por Russell estuvieron los positivistas lógicos, particularmente Rudolph Carnap, quien mantenía que la característica distintiva de las proposiciones científicas era su verificabilidad. Esto contrastaba con la teoría de Karl Popper, también muy influenciado por Russell, que creía que su importancia descansaba en el hecho que ellas eran potencialmente falsificables.

16.6. RUDOLF CARNAP

Nació en Ronsdorf, el18 de mayo de 1891 y falleció en Santa Monica, California, 14 de septiembre de 1970. Fue un destacado defensor del positivismo lógico, y uno de los miembros más representativos del Círculo de Viena. Estudió en las universidades de Freiburg y Jena, especializándose en física, matemáticas y filosofía, época durante la cual su desarrollo intelectual se vió fuertemente influenciado por G. Frege, Bertrand Russell y Ludwing Wittgenstein

Rudolf Carnap (1891- 1970) fue un influyente filósofo nacido en Alemania que desarrolló su actividad académica en Centroeuropa hasta 1935 y, a partir de esta fecha, en Estados Unidos. Destacado defensor del positivismo lógico, fue uno de los miembros más destacados del Círculo de Viena.
En 1928, Carnap publicó dos libros importantes:
La estructura lógica del mundo (En alemán: «Der logische Aufbau der Welt»), en el que desarrolló una versión formal rigurosa del empirismo, definiendo todos los términos científicos en términos Fenomenalísticos.
Pseudoproblemas de filosofía afirmaba que muchas preguntas filosóficas carecen de sentido, esto es, la manera en que eran planteadas suponían un abuso del lenguaje.

Filósofo y lógico; enseñó filosofía en las Universidades de Viena y de París. Desde 1936, trabajó en los Estados Unidos, como profesor de filosofía de la Universidad de California. Carnap niega el carácter de la filosofía como concepción del mundo y la reduce al «análisis lógico del lenguaje» de la ciencia, basado en los recursos de la lógica matemática. En la concepción de Carnap, los fundamentos teórico-cognoscitivos de dicho análisis representan una unión del empirismo idealista y del convencionalismo en la interpretación de la lógica y de la matemática. La concepción filosófica del neopositivismo se entreteje –en los trabajos de Carnap– con las investigaciones sobre teoría de la lógica y el análisis lógico-metodológico de la ciencia. En la evolución de las ideas de Carnap acerca de la naturaleza de lo lógico, cabe distinguir dos etapas: 1) la sintáctica, aquella en que Carnap examinaba la lógica de la ciencia como la sintaxis lógica del lenguaje de la ciencia, y 2) la semántica, etapa en que Carnap toma como objeto de investigación no sólo el aspecto formal, sino, además, el aspecto conceptual del «lenguaje» de la ciencia. En esta última etapa, Carnap intenta estructurar un sistema único de lógica formal basándose en los conceptos iniciales de la semántica lógica. Trabajos fundamentales de Carnap: «Sintaxis lógica del lenguaje» (1934), «Investigaciones en semántica» (1942-47), «Significación y necesidad» (1947). «Introducción a la lógica simbólica» (1954)

El pensamiento de Carnap lo podemos rastrear en sus inicios cuando en 1928 publicó dos libros importantes:

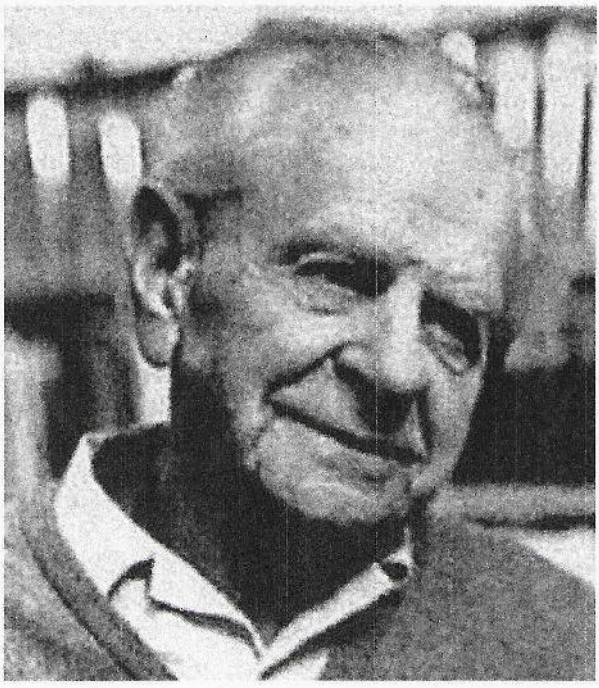
- *La estructura lógica del mundo* (En alemán: «Der logische Aufbau der Welt»), en el que desarrolló una versión formal rigurosa del empirismo, definiendo todos los

términos científicos en términos fenomenalísticos. El sistema formal del *Aufbau* (como se llama normalmente a esta obra) se basó en un simple predicado dual primitivo, que se satisface si dos individuos «se parecen» entre sí. El *Aufbau* estaba muy influido por los *Principia Mathematica,* y es comparable con la metafísica mereotopológica que A. N. Whitehead desarrolló a lo largo de 1916-29. Parece, sin embargo, que Carnap pronto quedó algo desencantado con este libro. En particular, no autorizó una traducción al inglés hasta 1967.

Pseudoproblemas de filosofía afirmaba que muchas preguntas filosóficas carecen de sentido, esto es, la manera en que eran planteadas suponían un abuso del lenguaje. Una implicación operacional de esta radical frase se tomó para eliminar la metafísica del discurso humano responsable. Es una posición conocida por la que Carnap fue principalmente conocido durante muchos años.

CAPÍTULO Nº 17

El Falsacionismo



Sir Karl Raimund Popper

17.1 Introducción

Sir Karl Raimund Popper, nació en julio de 1902 y falleció el 17 sept 1994. Fue un austro-británico filósofo y profesor de la London School of Economics . Es considerado como uno de los más grandes filósofos de la ciencia del siglo 20, también escribió extensamente sobre política y filosofía social.

Su doctrina filosófica es conocida como: El **falsacionismo**, **refutacionismo** o **principio de falsabilidad.** Para Popper, constatar 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 y el falsacionismo sofisticado de la obra *tardía* de Popper y la metodología de los programas de investigación de Imre Lakatos.

El problema de la inducción nace del hecho de que nunca podremos afirmar algo universal a partir de los datos particulares que nos ofrece la experiencia. Por muchos millones de cuervos negros que veamos nunca podremos afirmar que "todos los cuervos son negros". En cambio si encontramos un solo cuervo que no sea negro, sí podremos afirmar "No todos los cuervos son negros". Por esa razón Popper introduce como criterio de demarcación científica el falsacionismo.
Popper en realidad rechaza el verificacionismo como método de validación de teorías. La tesis central de Popper es que no puede haber enunciados científicos últimos, es decir, que no puedan ser contrastados o refutados a partir de la experiencia. La experiencia sigue siendo el método distintivo que caracteriza a la ciencia empírica y la distingue de otros sistemas teóricos.

Para Popper la racionalidad científica no requiere de puntos de partida incuestionables, pues no los hay. El asunto es cuestión de método. Aunque la ciencia es inductiva, en primera instancia, el aspecto más importante es la parte deductiva. La ciencia se caracteriza por ser racional, y la racionalidad reside en el proceso por el cual sometemos a la crítica y reemplazamos nuestras creencias. Frente al problema de la inducción Popper propone una serie de reglas metodológicas que nos permiten decidir cuándo debemos rechazar una hipótesis.

Popper propone un método científico de conjetura por el cual se deducen las consecuencias observables y se ponen a prueba. Si falla la consecuencia, la hipótesis queda refutada y debe entonces rechazarse. En caso contrario, si todo es comprobado, se repite el proceso considerando otras consecuencias deducibles. Cuando una hipótesis ha sobrevivido a diversos intentos de refutación se dice que está corroborada, pero esto no nos permite afirmar que ha quedado confirmada definitivamente, sino sólo provisionalmente, por la evidencia empírica.

Para los falsacionistas el científico es un artista en tanto que debe proponer audazmente una teoría que luego será sometida a rigurosos experimentos y observaciones. El avance en la ciencia está en falsar sucesivas teorías para así, sabiendo lo que no es, poder acercarse cada vez más a lo que es.

Las hipótesis que proponen los falsacionistas deben ser falsables. Esto significa que deben ser suceptibles de ser falsadas. Para cumplir con esta condición, las hipótesis deben ser lo más generales posibles y lo más claras y precisas posibles. Una hipótesis no falsable sería "Mañana tal vez llueva", ya que en ningún caso se puede falsar.

Una hipótesis falsable sería "el planeta Mercurio gira en una órbita". Una hipótesis más general y por lo tanto más falsable sería "todos los planetas giran en una órbita". Y una hipótesis más precisa y por lo tanto también más falsable sería "todos los planetas giran en una órbita elíptica".

Los falsacionistas siempre prefieren las hipótesis o teorías que sean más falsables, es decir más suceptibles de ser demostrada su falsedad, mientras que no hayan sido ya falsadas. Así la ciencia progresaría a base de ensayo y error. El falsacionismo se apoya en el Método hipotético deductivo

17.2 Antecedentes

La filosofía de Popper se inicia en 1923 cuando éste se interesó por el llamado problema de la inducción, derivado del planteamiento de Hume, quien negó que estuviera basada en una necesidad lógica y la atribuyó a la costumbre o expectativa surgida de la reiteración de secuencias de fenómenos.

Las tendencias en la filosofía de la ciencia de las primeras décadas del siglo XX se basaban en la validez de la inducción, lo que llevaba a los científicos a formular teorías como resultado de la síntesis de numerosas observaciones (inductivismo), lo que Popper rechazaba, pues no admitía la lógica inductiva, la que según él no le daba racionalidad a la ciencia y propuso que las teorías deberían ser más bien conjeturas o invenciones creadas por los investigadores para explicar algún problema, y que a continuación deben ponerse a prueba por medio de confrontaciones con la realidad diseñadas para su posible refutación. Este fue el origen de la versión Popperiana del método científico conocido como el hipotético- deductivo y que posteriormente se ha conocido como el método del -ensayo y error‖ o, mejor dicho, como el de -conjeturas y refutaciones‖.

En su primer libro, ***-La lógica de la investigación científica"*** (-Logik der Forschung‖), publicado cuando apenas tenía 33 años de edad (1935) contiene la mayor parte de sus ideas más importantes sobre filosofía de la ciencia, muchas ya claramente definidas y otras apenas esbozadas, pero fue en 1963 cuando publicó su obra ***-Conjeturas y refutaciones"*** cuando expone con un pensamiento ya maduro el método hipotético-deductivo como aquel que daría racionalidad a la ciencia y serviría de criterio de demarcación entre la ciencia y cualquier tipo de conocimiento distinto, tal como la pseudociencia o metafisíca.

Antes de bosquejar sus principales ideas, Popper hace un análisis del método que utilizan las ciencias empíricas interrogándose ¿Cuáles son los métodos que utilizan las ciencias empíricas? y ¿a qué cosa llamamos ciencia empírica? Y agrega que la lógica de la investigación científica o lógica del conocimiento no es otra cosa que ofrecer un análisis lógico de tales métodos. Para cumplir este fin, previamente bosqueja algunos problemas fundamentales que no estaban resueltos dentro de la filosofía de la ciencia.

17.3. Sobre la justificación de la inducción

Al primer problema que Popper se enfrenta, fue al viejo problema de la justificación de la inducción. Desde sus inicios como filosofo se preguntaba sobre *cómo deben proceder* los científicos para poder llegar a *descubrir* leyes, teorías, o relaciones causales. Según una visión aún popular y que se remonta hasta Francis Bacon (siglo XVI) y sus Tablas de Investigación, así como a los Canones de J. S. Mill (siglo XIX) el científico debe realizar su investigación a través de los siguientes pasos:

(1) Observar y registrar fielmente, sin preconcepciones ni prejuicios, todos los hechos relacionados con el fenómeno de estudio (o realizar experimentos cuyo objetivo es obtener observaciones controlables y medibles en alguna área semidesconocida.

(2) Analizar y clasificar los hechos observados. (de nuevo, sin la interferencia de ideas o teorías previas)

(3) Derivación inductiva de generalizaciones a partir de (2), por ejemplo, si se ha observado que el objeto A se presenta constantemente acompañado de la propiedad B, derivar la

generalización: todos los A tienen la propiedad B. En otras palabras, inducir una generalización a partir de los hechos observados.
(4) Comprobación o verificaciones posteriores de las generalizaciones, esto es, confirmar la generalización buscando más observaciones que concuerden con ella. Si se tiene éxito en ésto, se ha logrado descubrir una ley de la naturaleza.
A este *método,* que consistiría en encontrar enunciados generales (leyes o teorías) a partir de un conjunto de observaciones o datos particulares, se le conoce como *inducción*7. Pues bien, para Popper tal método científico no existe. No hay un método lógico o una lógica del descubrimiento científico, en el preciso sentido de un procedimiento para descubrir nuevas leyes o teorías (una especie de -lógica de creación‖, como la ha llamado Magee). Sobre ésto Popper expresaba lo siguiente:

> Sin embargo, mi opinión del asunto —valga lo que valiere— es que no existe, en absoluto, un método lógico de tener nuevas ideas, ni una reconstrucción lógica de este proceso. Puede expresarse mi parecer diciendo que todo descubrimiento contiene -un elemento irracional‖ o -una intuición creadora‖ en el sentido de Bergson. Einstein habla, de un modo parecido, de la -búsqueda de aquellas leyes sumamente universales [...] a partir de las cuales puede obtenerse una imagen del mundo por pura deducción. No existe una senda lógica —dice— que encamine a estas [...] leyes. Sólo pueden alcanzarse por la intuición, apoyada en algo así como una introyección (*Einfühlung*) de los objetos de la experiencia.[15]

Ahora bien, ¿en qué consiste una lógica de justificación inductivista?
Pretendiendo demostrar que la lógica inductiva no justifica la validez de teoría científica alguna Popper expresa lo siguiente:

> ...Es corriente llamar -inductiva‖ a una inferencia cuando pasa de *enunciados singulares* (llamados, a veces, enunciados -particulares‖), tales como descripciones de los resultados de observaciones o experimentos, a *enunciados universales,* tales como hipótesis o teorías.
> Ahora bien, desde un punto de vista lógico dista mucho de ser obvio que estemos justificados al inferir enunciados universales partiendo de enunciados singulares, por elevado que sea su número; pues cualquier conclusión que saquemos de este modo corre siempre el riesgo de resultar un día falsa: así, cualquiera que sea el número de ejemplares de cisnes blancos que hayamos observado, no está justificada la conclusión de que *todos* los cisnes sean blancos[16].

Según esto, Popper formula el problema de la inducción como la cuestión de cómo establecer la verdad de los enunciados universales basados en la experiencia; pues muchos creen que la verdad de estos enunciados se sabe por experiencia; pero todo informe que da cuenta de una observación o resultado de un experimento no puede ser un enunciado universal, sino solo un enunciado singular. Así pues, la pregunta acerca de si hay leyes naturales cuya verdad nos

---

[15] **Karl Popper, *La lógica de la investigación científica*, (Madrid: Tecnos, 1962) pp. 31-32.**

[16] **Ibid, pag.27**

conste no es más que otro modo de preguntar si las inferencias inductivas están justificadas lógicamente.

Después de analizar diversos argumentos respecto a la justificación de la inducción concluye diciendo:

> ...Por mi parte, considero que las diversas dificultades que acabo de esbozar de la lógica inductiva son insuperables. Y me temo que lo mismo ocurre con la doctrina, tan corriente hoy, de que las inferencias inductivas, aun no siendo -estrictamente válidas‖, pueden alcanzar cierto grado de -*seguridad*‖ o de -*probabilidad*" [ ]...En resumen: la lógica de la inferencia probable o -lógica de la probabilidad‖, como todas las demás formas de lógica inductiva, conduce bien a una regresión infinita, bien a la doctrina del apriorismo‖ [ ]...la teoría que desarrollaré luego se opone a todos los intentos de apoyarse en las ideas de una lógica inductiva. Podría describirla como el *método deductivo de contrastar* o como la opinión de que una hipótesis solo puede contrastarse empíricamente únicamente después que ha sido formulada.[17]

Como hemos visto, no sólo Popper, sino muchos otros filósofos y científicos, han rechazado la existencia de una lógica inductiva de descubrimiento, basada en generalizaciones de datos particulares u observaciones. Por otra parte, nadie parece negar que hay leyes científicas tan simples como -todos los metales se dilatan con el calor‖. Al margen de cómo hemos llegado a ellas, casi todo el mundo no sólo parece actuar en conformidad con tal ley, sino que estaría dispuesto a decir que lo hace porque cree que ella es verdadera. Es en este preciso punto donde surgen las siguientes interrogantes: ¿sobre qué base estamos justificados en creer que tal ley (o cualquier otra) es verdadera? ¿Estamos justificados en pasar de la observación directa de muchos metales individuales que hemos calentado y se han dilatado a una ley o generalización que incluye casos todavía no observados? O, dicho de una manera más técnica: ¿hay un argumento válido que nos permita pasar, de enunciados observacionales singulares, a leyes o enunciados universales y teorías científicas que se refieran a casos no observados?

Éste es el famoso problema de la inducción formulado por Hume en el siglo XVIII. Hume sostuvo que, sin importar cuán grande pueda ser el número de enunciados singulares observacionales que sean verdaderos, ellos no implican, lógicamente, la verdad de un enunciado universal que trascienda el número de enunciados singulares o que se refieran a instancias no observadas.

Popper aceptó el argumento de Hume en contra de la inducción, esto es, que tal argumento demuestra que no hay esperanzas de que podamos encontrar o disponer de *razones positivas* para *creer* en la verdad de nuestras leyes o teorías científicas.

Cuando enfrentamos el tipo de interrogantes formuladas más arriba, estamos en el contexto de validación o justificación. Una lógica de justificación es un intento de responder a tales preguntas; consiste en mostrar las razones que tenemos para creer en la verdad o falsedad de nuestras leyes y teorías, o para aceptar o rechazar una nueva hipótesis como parte del conocimiento científico.

---

[17] **Ibid, pag.29**

La respuesta dada por los positivistas y que, en realidad, es la respuesta estándar de la gran mayoría de filósofos y científicos es la siguiente: es cierto que no existe (lógicamente) modo alguno en que una ley pueda ser concluyentemente verificada y, por consiguiente, no podemos creer ni confiar en forma absoluta que ella sea verdadera. Pero eso no invalida el hecho de que, en la medida que hacemos más y más observaciones, no podamos llegar a decir: -esta ley ha sido comprobada tantas veces que podemos tener gran confianza en su verdad. Es una ley bien establecida, bien fundadal. En otras palabras, si bien una ley no puede ser estricta o concluyentemente verificada puede, por lo menos, ser confirmada.

Una lógica de justificación o validación inductiva se fundamenta sobre la idea de que, si bien los datos u observaciones no suministran evidencia deductivamente concluyente para las hipótesis generales, entre ellas, las leyes científicas, esos datos les pueden otorgar, no obstante, un -apoyo inductivo|| o una confirmación más o menos fuerte.
Una de las figuras más importantes del Círculo de Viena, y amigo de Popper, Rudolf Carnap, emprendió un programa de justificación inductiva que debía ser capaz de establecer valores cuantitativos del grado de confirmación que podían tener, por ejemplo, dos leyes. Este sistema de lógica inductiva, basado en el cálculo matemático de la probabilidad, nos permitiría establecer que una ley tiene, digamos, 0.8 grado de confirmación, mientras que la otra, sólo 0.2, en relación con cierta evidencia observacional[18]

Desde el comienzo de estos intentos, realizados por Carnap y otros filósofos no positivistas, Popper se opuso radicalmente a la idea de una lógica inductiva. Independiente de las críticas de Popper, este programa iniciado en los años 50 jamás ha logrado superar serias dificultades formales y materiales.
Según Popper, Hume ha mostrado concluyentemente, no sólo que ningún conjunto de observaciones particulares puede verificar un enunciado general, sino que este último tampoco puede ser parcialmente justificado, o convertirse en probable sobre la base de instancias particulares confirmatorias.
La lucha de Popper en contra de una lógica de justificación inductiva tomó nueva fuerza a partir de 1983, con una serie de artículos escritos con David Miller destinados a mostrar que la inducción probabilística es imposible[19]

17.4. El problema de la Demarcación

El problema de la demarcación se refiere, dentro de la filosofía de la ciencia, a la cuestión de definir los límites que deben configurar el concepto "ciencia". Las fronteras suelen

---

18 Rudolf Carnap, *An Introduction to the Philosophy of Science* (Nueva York: Basic Books, Inc., 1966)

[19] Véase Karl Popper, *"The Non-Existence of Probabilistic Inductive Support"*, en G. Dorn & P. Weingartner (ed.), *Foundations of logic and linguistic* (Nueva York: Plenum, 1985), pp. 303-318. Karl Popper & David Miller, -A proof of the impossibility of inductive probability *Nature*, Vol. 302, (1983), pp. 687-688. Karl Popper y David Miller, -Why Probabilistic Support Is Not Inductivell, *Phil. Tran. R. Soc. London*, A 321, (1987), pp. 569-591.

establecerse entre lo que es conocimiento científico y no científico, entre ciencia y pseudociencia, y entre ciencia y religión.

Antecedentes

Sobre este tema es preciso exponer los siguientes antecedentes. Según nos relata Popper, fue en 1919 cuando comenzó a preocuparse del siguiente problema: ¿cuándo una teoría debe ser calificada de científica? o ¿existe algún criterio para determinar el carácter o estatus científico de una teoría? La respuesta a este problema podría ayudarle, además, a distinguir (o a demarcar) la ciencia de la seudociencia.

En esos años, la respuesta generalmente aceptada era que la ciencia se distinguía, por ejemplo, de la seudo-ciencia —o de la metafísica— por el método empírico, de carácter esencialmente inductivo, esto es, que procedía a partir de la observación o el experimento. Pero, ¿qué pasaba con las distinciones anteriores si alguien, como era el caso de Popper, no creía en la inducción, ni tampoco en que ella jugara un papel importante en la ciencia? Evidentemente que el rechazo de Popper, tanto al método inductivo como a la inducción en el sentido de forma de argumentación de lo particular a lo general, lo llevó a proponer que el carácter distintivo de las teorías científicas era la refutabilidad, la falsicabilidad o la contrastabilidad empírica. Según este criterio, un sistema de enunciados es científico sólo si admite la posibilidad de que alguna observación lo refute, esto es, pueda mostrar que es falso.

Enunciado

Popper llama *problema de la demarcación* al de encontrar un criterio que nos permita distinguir entre las ciencias empíricas, por un lado, de los sistemas —metafísicos‖, por otro y rechaza la lógica inductiva como método de investigación científica, porque según él, *no proporciona un rasgo discriminador apropiado* del carácter empírico, no metafísico, de un sistema teórico. En otros términos; no proporciona un criterio de demarcación apropiado.

> *Desde el momento en que rechazo la lógica inductiva he de rechazar también todos estos intentos de resolver el problema de demarcación: con lo cual este problema aumenta de importancia en el presente estudio. El hallazgo de un criterio de demarcación aceptable tiene que ser una tarea crucial de cualquier epistemología que no acepte la lógica inductiva.* [20]

Lo que diferencia a la ciencia de otros tipos de conocimiento es su posibilidad sistemática de ser RECHAZADA por los datos de la realidad. A diferencia del enfoque empírico-inductivo, según el cual un enunciado es científico en la medida en que su VERACIDAD pueda ser confirmada por la experiencia. En el enfoque racionalista de Popper y sus seguidores, un enunciado será científico en la medida en que más se arriesgue o se exponga a una confrontación que evidencie su FALSEDAD, esto es el criterio de demarcación.

Según esta posición, la ciencia se distingue de otros conocimientos por ser "falsable" (y no "verificable"), es decir, porque contiene mecanismos orientados a determinar su posible falsedad. La base de este criterio está en la misma crítica al empirismo y al inductivismo: por

---

[20] **Karl Popper, *La lógica de la investigación científica*, (Madrid: Tecnos, 1962) p.35.**

más que un enunciado se corresponda fielmente con miles de millones de casos de la realidad, en principio nada impide que de pronto aparezca un caso contradictorio.

Si, por ejemplo, observamos milones de cuervos y vemos, además, que todos son negros, no hay razón lógica para concluir en que todo cuervo es necesariamente negro, ya que siempre cabe la posibilidad de que aparezca alguno de otro color. Y, dado que el conjunto completo de todos los casos posibles escapa a la observación del ser humano, nunca será posible VERIFICAR o comprobar la verdad de un enunciado como "todos los cuervos son negros". Pero, en cambio, sí será siempre posible determinar su FALSEDAD, para lo cual bastará un solo caso en que no se cumpla la ley. Por tanto, el conocimiento científico no persigue demostrar su veracidad, sino exponerse a cualquier caso que evidencie su falsedad. Así, todo enunciado científico podrá ser mantenido sólo provisionalmente (aún cuando transcurran siglos), mientras no aparezca un caso que lo contradiga (es decir, jamás podrá ser decisivamente VERIFICADO); pero, en cambio, sí podrá ser refutado y desechado definitivamente apenas surja un dato que lo niegue.

En síntesis, los enunciados científicos se distinguen justamente por estar siempre expuestos a pruebas de FALSEDAD. De esta forma, el "falsacionismo" viene a ser el criterio de demarcación entre ciencia y no-ciencia y, por tanto, es la magnitud de su "contenido de falsedad" lo que hace más o menos científico a un conocimiento dado. De lo anterior se infiere que la meta de la ciencia y de la investigación jamás podrá ser la CERTEZA objetiva, la cual no existe, sino, más bien, la "verosimilitud", o sea, el grado en que un enunciado sea capaz de salir ileso de las pruebas de falsación y de prevalecer ante otros enunciados competidores por su mayor capacidad de cobertura ante los datos de la experiencia.

A diferencia del positivismo lógico, el racionalismo desecha el concepto de "verdad objetiva e inmutable", acepta la relatividad del conocimiento científico, admite los factores sociales e intersubjetivos que condicionan su validez y, tal vez lo más importante, plantea su carácter de CORRECTIBILIDAD sobre la base de constantes procesos de falsación ante los hechos y ante otras opciones de conocimiento.
Así, y de acuerdo a esta interpretación, mientras el conocimiento especulativo idealista (los discursos retóricos, por ejemplo, o políticos, religiosos, subjetivistas, psicologistas, etc.) se vale de subterfugios para evadir su confrontación con la experiencia y para escapar a toda evidencia de falsedad, el conocimiento científico se valida, por encima de todo, en sus posibilidades de error. Desde este punto de vista, queda plenamente aceptado y justificado el hecho de que sea en la ciencia, precisamente, donde se descubra la mayor cantidad de errores del conocimiento humano, ya que otros tipos de conocimientos evaden las confrontaciones o riesgos y esconden sus debilidades. Como contraparte, es también en la ciencia donde se halla el mayor número de rectificaciones y evoluciones, mientras otros tipos de conocimiento permanecen estancados e improductivos.
Es oportuno indicar que tras más de un siglo de diálogo entre filósofos de la ciencia y científicos en diversos campos, y a pesar de un amplio consenso acerca de las bases generales del método científico, los límites que demarcan lo que es ciencia, y lo que no lo es, continúan siendo debatidos.

17.5. La falsabilidad como criterio de demarcación

Con el rechazo definitivo de Popper respecto a la inducción, extrae como consecuencia que será lógicamente inadmisible la inferencia de teorías a partir de enunciados singulares que estén —verificados por la experiencia(cualquiera que sea esto lo que quiere decir). Así pues, las teorías no son *nunca* verificables empíricamente[21], con lo cual expresa su rotundo rechazo al verificacionismo positivista como criterio de demarcación exponiendo la falsación como el criterio lógico de demarcación. En sus propias palabras lo expresa así:

> ...Solo admitiré en sistema entre los científicos o empíricos si es susceptible de ser *contrastado* por la experiencia. Estas consideraciones nos sugieren que el criterio de demarcación que hemos de adoptar no es el de la *verificabilidad* , sino el de la falsabilidad de los sistemas. Dicho de otro modo: no exigiré que un sistema científico pueda ser seleccionado de una vez para siempre, en un sentido positivo; pero si que sea susceptible de selección en un sentido negativo por medio de contrastes o pruebas empíricas: *ha de ser posible refutar por la experiencia un sistema científico empírico.*[22]

Pero en qué se fundamenta Popper para hacer esta propuesta como criterio de demarcación? La respuesta es simple: En la forma lógica de proponer los enunciados universales. Pues estos no son jamás deducibles de enunciados singulares, pero si pueden estar en contradicción con estos últimos. En consecuencia, por medio de inferencias puramente deductivas (valiéndose del *modus tollens* de la lógica clásica) es posible argüir de la verdad de enunciados singulares la falsedad de enunciados universales, es el único tipo de inferencia deductiva que se mueve, como si dijéramos en dirección inductiva: esto es de enunciados singulares a universales.[23]

En consecuencia ¿Cuándo debe ser considerada científica una teoría? O ¿Hay un criterio para determinar el carácter o status científico de una teoría? Después de analizar estas interrogantes Popper llega a las siguientes conclusiones:

1.- Es fácil obtener confirmaciones o verificaciones para casi cualquier teoría si son confirmaciones lo que buscamos.

2.- Las confirmaciones solo cuentan si son el resultado de predicciones riesgosas, es decir, si, de no basarnos en la teoría en cuestión, habríamos esperado que se produjera un suceso que es incompatible con la teoría, un suceso que refutara la teoría.

3.- Toda buena teoría científica implica una prohibición: prohibición que sucedan ciertas cosas. Cuanto más prohíbe una teoría tanto mejor es.

4.- Una teoría que no es refutable por ningún suceso concebible no es científica. La irrefutabilidad no es virtud de ninguna teoría (como se cree a menudo) sino un vicio.

5.- Todo genuino test de una teoría es un intento por desmentirla, por refutarla. La testabilidad equivale a la testabilidad. Pero hay grados de testabilidad: algunas teorías son más testables, están más expuestas a la refutación que otras. Corren más riesgos por decir así

---

[21] Ibid, pag.39

[22] Ibid, pag.40

[23] Ibid, pag.41

6.- Los elementos de juicios confirmatorios no deben ser tomados en cuenta, excepto cuando son el resultado de un genuino test de la teoría; es decir, cuando puede ofrecerse un intento serio, pero infructuoso de refutar la teoría.
7.- Algunas teorías genuinamente testables, después de hallarse que son falsas, siguen contando con el sostén de sus admiradores, por ejemplo, introduciendo algún supuesto auxiliar *ad hoc* o reinterpretación *ad hoc* de la teoría de manera que escape a la refutación.

Es posible resumir todo lo anterior diciendo ***que*** el ***criterio para establecer el status científico de una teoría es su refutabilidad o su testabilidad***[24].

El destino de una teoría su aceptación o su rechazo, se decide por la observación y el experimento, por el resultado de tests. En tanto una teoría resista los más severos test que podamos planear, se la acepta, sino la resiste se la rechaza. Pero nunca se la infiere en ningún sentido de los datos empíricos. No hay una inducción psicológica ni una inducción lógica. Solo la refutación de una teoría puede ser inferida de datos empíricos y esta inferencia es puramente deductiva.

Una cuestión que puede plantearse es la siguiente: ¿Cómo saltamos de un enunciado observacional a una teoría? Antes de responder la interrogante que el salto no se produce a partir de un enunciado observacional, sino a prtir de una situación- problema, y que la teoría debe permitir explicar las observaciones que originaron el problema (esto es, deducirlas de la teoría). Esto naturalmente admite un número enorme de teorías buenas y malas. Pero volviendo a la pregunta inicial ¿Cómo saltamos de un enunciado observacional a una teoría buena? La respuesta es: saltando primero a cualquier teoría y luego testándola, para ver si es o no buena; es decir, aplicando repetidamente el método crítico, eliminando muchas malas teorías e inventando muchas nuevas. No todo el mundo puede hacer esto pero no hay otro camino.

La nueva interrogante que surge es: ¿Si las inferencias inductivas no son justificables en el esquema de Popper ¿Cómo se justifica el método del ensayo y error o método hipotético deductivo? La respuesta la de en la siguiente forma: **-El método del ensayo y error es un método para eliminar teorías falsas mediante enunciados observacionales, y su justificación es la relación puramente lógica de la deducibilidad, la cual nos permite afirmar la falsedad de enunciados universales si aceptamos la verdad de ciertos enunciados singulares".**

---

[24] **Karl R. Popper, *Conjeturas y Refutaciones,* Ed. Paidos SAICE, p.61,Barcelona, 1983.**

17.6. Visión de la ciencia en Popper

Para Popper, ninguna teoría nos puede decir algo sobre el mundo empírico a menos que sea capaz, en principio, de chocar o de entrar en conflicto con ese mundo, y esto significa, precisamente, que debe ser refutable.

En resumen, una teoría habla sobre la realidad empírica sólo en la medida en que le pone límites a esa realidad, esto es, que prohíbe la ocurrencia de ciertos sucesos.

Como hemos visto anteriormente, Popper rechaza la concepción inductivista de la ciencia. Pero, hay otra visión de la ciencia que Popper considera insostenible a la luz del desarrollo moderno del conocimiento científico, así como también por el derrumbe de ciertas doctrinas epistemológicas.
Según esta visión, la ciencia sería un sistema de enunciados absoluta e irrevocablemente verdaderos, o un cuerpo de teorías comprobadas, es decir, de teorías cuya verdad ha sido concluyentemente probada, incapaces de ser derrocadas o sustituidas por otras.

Popper ha denominado esta posición -la concepción autoritaria del conocimiento científico‖. Para esta concepción, sostener que el conocimiento científico sea conjetural y corregible, despoja a la ciencia de la posibilidad de ser conocimiento -real‖. Popper rechazaba decididamente esta doctrina apelando al desarrollo actual de la ciencia. Creía que como resultado de la revolución desencadenada en la física por Einstein, la visión actual de la ciencia es, más bien, que todas las teorías científicas son esencialmente conjeturales, hipotéticas y corregibles, por lo cual, nunca podemos estar seguros de que las teorías más establecidas y aceptadas no puedan ser reemplazadas por mejores aproximaciones a la realidad. Por ejemplo, sostiene Popper, a pesar de que jamás ha habido una teoría más exitosa y comprobada como la de Newton, la mayoría de los físicos de hoy estiman que la teoría gravitacional de Einstein constituye un mejoramiento de la de Newton y que, por lo tanto, hay un real proceso de corrección, mejoramiento y progreso de teorías científicas.

El científico se enfrenta o selecciona un problema interesante o importante. A continuación propone una solución tentativa o conjetural en la forma de una hipótesis o de una teoría científica. El próximo paso consiste en criticar la teoría o la hipótesis lo mejor que se pueda, esto es, se intenta refutarla a través de las contrastaciones o controles más severos que se puedan diseñar. Si la hipótesis o teoría resiste y sobrevive estos serios y rigurosos intentos de refutación o falsación, ella es considerada como exitosa y aceptada provisoriamente. Según Popper, ninguna teoría puede ser considerada alguna vez como establecida o verificada en forma concluyente y definitiva. Por otro lado, si la teoría es refutada se buscan nuevas soluciones o conjeturas, esto es, nuevas hipótesis, las cuales a su vez son criticadas, etc. En otras palabras, la ciencia es posible y se desarrolla gracias al *método de conjeturas y refutaciones*.ç

La diferencia fundamental entre el conocimiento común y aquel de carácter científico consiste en que en éste último se intenta consciente y planificadamente detectar nuestros errores con el fin de eliminarlos. Para Popper, todo el conocimiento humano y las ciencias son conjeturas. Somos falibles y nuestra ciencia también lo es. No hay certeza en el conocimiento humano. El método de conjeturas y refutaciones, llamado también *método crítico*, es el instrumento principal del crecimiento científico.

17.7. Sobre el método del ensayo y error (hipotético-deductivo)

Popper expone las bases definitivas en que se funda el método del ensayo y error o Hipotetico-Deductivo, rechazando el método inductivo para obtener leyes o proponer teorías en la ciencia, manteniendo su firme creencia de que la ciencia se construye sobre la base de hipótesis o conjeturas acerca de la realidad que queremos conocer. Este rechazo al método inductivo- como método dogmatico- lo podemos expresar en sus propias palabras:

> La creencia de que la ciencia procede de la observación a la teoría está tan difundida y es tan fuerte que mi negación de ella a menudo choca con la incredulidad... [ ] En realidad, la creencia de que podemos comenzar con observaciones puras, sin nada que se parezca a una teoría, es absurda...La observación siempre es selectiva. Necesita un objeto elegido, una tarea definida, un interés, un punto de vista o un problema. Y su descripción presupone un lenguaje descriptivo, con palabras apropiadas; presupone una semejanza y una clasificación las que a su vez presuponen intereses, puntos de vista y problemas....
> El problema: ¿Qué es lo primero, la hipótesis (H) o la observación (O)? es soluble. La respuesta sería: un tipo más primitivo de hipótesis. Es muy cierto que cualquier hipótesis particular que elijamos habrá sido precedida por observaciones; por ejemplo las observaciones que trata de explicar. Pero estas observaciones a su vez, presuponen la adopción de un marco de referencia, un marco de expectativas, un marco de teoría....
> Nuestra propensión a buscar regularidades e imponer leyes a la naturaleza da origen al fenómeno psicológico del *pensamiento dogmático* o, con mayor generalidad, de la conducta dogmática: esperamos regularidades en todas partes y tratamos de encontrarlas aún allí donde no hay ninguna.[25]

Se observa en el párrafo que el método inductivo en la ciencia (de la observación a la ley o teoría) siendo primero la observación obedece a una actitud dogmática y que si invertimos el esquema: De la hipótesis a la ley o teoría (método deductivo) adoptaremos una *actitud crítica* en la ciencia. La actitud dogmática se halla claramente relacionada con la tendencia a *verificar* nuestras leyes y esquemas tratando de aplicarlos y confirmarlos; mientras que la actitud crítica es una actitud a cambiarlos, a someterlos a prueba, a *refutarlos.* Esto suguiere que podamos identificar la actitud científica con la actitud crítica, y la actitud dogmática con la llamada pseudocientífica.
La actitud crítica, la tradición de la libre discusión de las teorías con el propósito de descubrir sus puntos débiles para poder mejorarlas es la actitud razonable, racional.

Hace un uso intenso tanto de la argumentación verbal como de la observación, pero de la observación en interés de la argumentación.

Si nos proponemos explicar el mundo hasta donde sea posible con la ayuda de leyes y teorías explicativas, entonces ***no hay procedimiento más racional que el método del ensayo y error,***

---

[25] Ibid, pag. 72.

***de la conjetura y la refutación o el hipotético-deductivo**: de proponer teorías intrépidamente; de hacer todo lo posible por probar que son erróneas; y de aceptarlas tentativamente, si nuestros esfuerzos críticos fracasan. Desde este punto de vista, todas las leyes y todas las teorías son esencialmente tentativas, conjeturales o hipotéticas*

Realismo e instrumentalismo en Popper.
El realismo crítico.

Popper rechaza el instrumentalismo, a favor de la concepción critica del realismo, el realismo cientifico o realismo crítico.

En su obra *conjeturas y refutaciones,* capítulo 8, expresa que << Nuestro intelecto no extrae sus leyes de la naturaleza, sino que intenta-con éxito variable- imponer leyes naturales que inventa libremente>>. El núcleo del realismo crítico Popperiano es el siguiente, repitiéndose así mismo de nuevo en conjeturas y refutaciones, capítulo 3, sección 6:

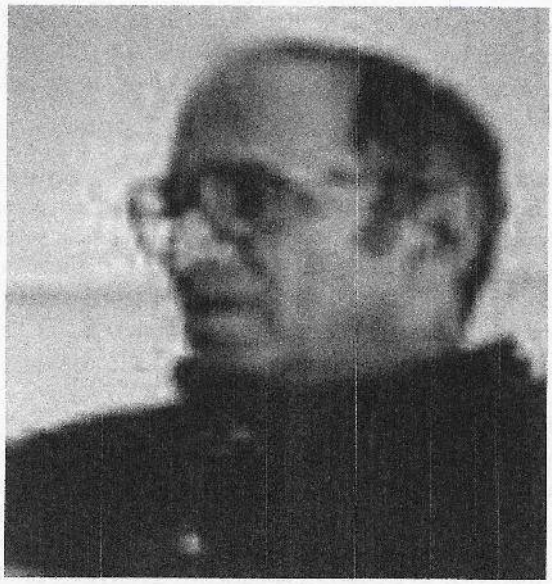
> Las teorías son nuestras propias invenciones, nuestras propias ideas [...]
> Pero algunas de estas ideas son tan atrevidas que chocan con la realidad:
> Son las teorías testables de la ciencia. Y cuando chocan nos percatamos de
> que hay una realidad: algo que nos dice que nuestras teorías están equivocadas.
> Esto es por lo que el realista tiene razón.

Esta concepción realista de las teorías como invenciones propias constituye un tópico resaltante en la filosofía de la ciencia de Popper. Luego en la misma obra citada agrega:

> Veo nuestras teorías científicas como invenciones humanas-redes diseñadas por nosotros para captar el mundo. [...] Las teorías no son sólo instrumentos. Buscamos la verdad: testamos nuestras teorías con la esperanza de eliminar aquellas que no son verdaderas. De esta forma podemos lograr mejorar nuestras teorías - incluso como instrumentos. A saber: construyendo redes mejor adaptadas para capturar nuestro pescado, el mundo real.

CAPÍTULO Nº 18

Las Revoluciones Científicas



THOMAS KUHN

18.1. Introducción.

Thomas Samuel Khun (18 de julio de 1922 - 17 de junio de 1996) fue un destacado epistemólogo estadounidense autor de *The Structure of Scientific Revolutions* (*La estructura de las revoluciones científicas*) ,publicado en 1962, la más destacada de sus obras, que causó literalmente una revolución no sólo en el campo de la historia de la ciencia, sino también en la filosofía de la ciencia y en la concepción que los distintos campos científicos se han formado de sí mismos.

Khun obtuvo el grado de Ph.D en física por la Universidad Harvard en 1949 y tuvo a su cargo un curso académico sobre la Historia de la Ciencia en Harvard de 1948 a 1956. Luego de dejar

el puesto, Kuhn dio clases en la Universidad de California, Berkeley hasta 1964, en la Universidad de Princeton hasta 1979 y en el MIT hasta 1991.

Kuhn se inició profesionalmente como físico y sólo después se convirtió en historiador de la ciencia. Fue mucho más tarde en su carrera profesional, y como consecuencia de su interés por la historia de la ciencia, que empezó a interesarse por los problemas relacionados con la filosofía de la ciencia, en general, y del crecimiento o evolución de la ciencia, en particular.

Kuhn reinició el debate filosófico sobre el crecimiento del conocimiento científico elaborando una posición radicalmente distinta de las sostenidas hasta entonces por los positivistas lógicos y los falsacionistas. Como ya lo hemos discutido anteriormente, el problema principal de Popper en su *Lógica del descubrimiento científico* era encontrar una regla de demarcación entre ciencia y no ciencia o pseudo-ciencia, que le permitiera evitar los problemas del inductivismo y del verificacionismo. La solución a este problema la encontró en su "falsacionismo" que consiste, esencialmente, en la adquisición de conocimiento a través de la refutación de conjeturas previamente formuladas.

En el análisis que Kuhn hace del crecimiento científico, el énfasis se dirige más hacia la descripción histórica que a la metodología normativa, como en el caso de Popper o del positivismo lógico. De acuerdo con Kuhn, la historia de la ciencia se encuentra marcada por largos periodos de refinamiento estable, que él denomina "Ciencia normal", y que se ven sistemáticamente interrumpidos por cambios bruscos de una teoría a otra sin ninguna posibilidad de comunicación entre ellas. A estas bruscas interrupciones, Kuhn las llama "revoluciones científicas". Un esquema representaría gráficamente su modelo de la siguiente forma:

La ciencia normal se inicia siempre con algún "logro", esto es, con el surgimiento de una teoría que explica, por primera vez en la historia del área, algún hecho o evento. La ciencia normal es un período en que la actividad científica se dedica a la resolución de "acertijos" o enigmas concretos y parciales. A través de la resolución de estos acertijos los científicos tratan, al mismo tiempo, de extender el rango de aplicación de sus técnicas de investigación y de resolver algunos de los problemas existentes en su campo. Los períodos de investigación científica normal se caracterizan también por sus marcadas tendencias conservadoras, los investigadores son premiados no tanto por su originalidad como por su lealtad al trabajo de confirmación de la teoría o "paradigma" dominante. En este sentido, la tenacidad científica es también una de las características que define los períodos de ciencia normal. Esta tenacidad se manifiesta, principalmente, en la resistencia a cualquier manifestación externa y contraria al paradigma dominante.

Es importante hacer notar que, para Kuhn, ésta es una característica que se origina con el entrenamiento científico que prepara a los estudiantes para el manejo y aplicación de un solo paradigma científico. Fue el mismo Kuhn quien utilizó esta característica de la ciencia en contra del modelo popperiano. Kuhn arguye, en contra de Popper, que la respuesta típica de los científicos al enfrentar una refutación experimental no es la de rechazar la teoría, como él afirma, sino la de retener dicha teoría modificando sus hipótesis auxiliares u observacionales (involucradas en dicha refutación).

De acuerdo con Kuhn, los logros de una teoría integrada al paradigma dominante en períodos de ciencia normal son acumulados e integrados en los libros de texto que se utilizan para entrenar a las nuevas generaciones de científicos en los problemas y soluciones legítimas del paradigma. En general, los logros que constituyen la teoría que caracteriza los períodos de ciencia normal carecen de precedentes, esto es, son originales y novedosos y, además, son logros abiertos en el sentido de que presentan y permiten la existencia de enigmas y acertijos que deben resolverse en el futuro.

Después de una serie más o menos larga de fuertes críticas en contra de su modelo, Kuhn ha suavizado sus concepciones originales básicas, como "paradigma" y "revolución científica". Se ha argumentado mucho en contra de estas categorías que, inicialmente, fueron definidas de una forma estricta y que encontraron pocas confirmaciones en la historia de la ciencia. Del mismo modo se argumentó en contra de la necesaria irracionalidad que este modelo impone al cambio científico constriñéndolo casi totalmente a su historia externa o a la sociología del conocimiento, y por desconocer la posibilidad de progreso de la ciencia. Sin embargo, y a pesar de las modificaciones que el mismo Kuhn hizo a su modelo, lo que aún permanece de éste es su énfasis en el papel que tienen los valores compartidos por la comunidad científica en las decisiones científicas, particularmente con respecto a la tenacidad y a la evaluación de paradigmas en competencia.

Kuhn se ocupó principalmente de cuestiones acerca de filosofía de la ciencia: ¿cómo se lleva a cabo la actividad científica? ¿Existe un mismo patrón en dicha actividad que se pueda aplicar a lo largo de las distintas épocas históricas? ¿A qué se debe el aparente éxito en la obtención de conocimientos de la ciencia? Dicho conocimiento, por otra parte, ¿es acumulativo a lo largo de la historia?

Este tipo de cuestiones, así como las respuestas que Kuhn ofrecerá, nos muestran el enfoque histórico con el que se analiza la ciencia. Efectivamente, Kuhn se dedicó en un primer momento al estudio de la historia de la ciencia y fue a partir de ella de donde surgieron diversas cuestiones que muestran un contraste entre dos concepciones de la ciencia. Por un lado, la ciencia entendida como una actividad completamente racional y controlada (como nos la presenta el Círculo de Viena, por ejemplo), y por otro lado, la ciencia entendida como una actividad concreta que se ha venido dando a lo largo de los siglos y que en cada época histórica presenta peculiaridades y características propias. Estos dos planteamientos pueden ser denominados "formalista" e "historicista", respectivamente.

Las respuestas que Kuhn da a las cuestiones iniciales, que se plasman en la obra "La estructura de las revoluciones científicas", de 1962, supusieron un gran cambio en el debate filosófico del momento, pues el modelo formalista que imperaba fue desafiado por el enfoque historicista de Kuhn, según el cual, la ciencia se desarrolla siguiendo determinadas fases:

1. Establecimiento de un paradigma.
2. Ciencia normal.
3. Crisis.
4. Revolución científica.
5. Establecimiento de un nuevo paradigma.

El concepto de paradigma que introduce han supuesto un replanteamiento y crítica de la filosofía de la ciencia desarrollada hasta entonces (Carnap, Hempel), al mostrar que no es suficiente para la caracterización de la ciencia la exclusiva atención al contexto de justificación, y la imposibilidad de un lenguaje observacional neutro. Procura esclarecer conceptos, corregir malentendidos y, en suma, demostrar la extraordinaria complejidad del mecanismo del progreso científico, cuando se examina sin ideas preconcebidas.

La última etapa de su pensamiento está teñida por un marcado darwinismo. Abandona casi por completo el discurso acerca de los paradigmas, y restringe el concepto de revolución científica al de un proceso de especiación y especialización por el cual una disciplina científica va acotando los márgenes de su objeto de estudio, alejándose de los horizontes de otras especialidades. En este último sentido, como una forma de holismo restringido que afecta las distintas ramas del desarrollo científico, reaparece el concepto de **inconmensurabilidad**, el único que Kuhn parece haber mantenido incólume hasta el final de sus días.

18.2. Los paradigmas

El término -paradigma-, usualmente significa modelo, ejemplo, arquetipo. Sin embargo adquirió un significado muy especial a partir de la publicación de su obra *La estructura de las revoluciones científicas,* donde el autor nos dice: -En su uso establecido un paradigma es un modelo o patrón aceptado, y este aspecto de su significado me ha permitido apropiarme la palabra paradigma, a falta de otro término mejor;...(p.51)

El significado de este término es un tanto vago, ha sido criticado por una de las más distinguidas seguidoras del modelo kuhnniano, Margaret Masterman (1970), quien encontró más de 20 acepciones distintas, y en ocasiones contradictorias, del término. Debido principalmente a esto, en las correcciones a su propio trabajo, Kuhn (1970) distingue dos formas principales del uso de la palabra "paradigma". Por un lado, el paradigma debe ser concebido como un logro, es decir, como una forma nueva y aceptada de resolver un problema en la ciencia, que más tarde es utilizada como modelo para la investigación y la formación de una teoría. Por otra parte, el paradigma debe ser concebido como una serie de valores compartidos, esto es, un conjunto de métodos, reglas y generalizaciones utilizadas conjuntamente por aquellos entrenados para realizar el trabajo científico de investigación, que se modela a través del paradigma como logro.

Kuhn también acuñó el término "matriz interdisciplinaria", el cual, además de incluir la noción de paradigma, se refiere al grupo de científicos como la unidad social que reconoce y comparte un logro paradigmático, que escribe y selecciona los libros de texto, proporciona entrenamiento y grados académicos y conduce investigación para la resolución de enigmas y acertijos.

Ahora bien, dado que diferentes paradigmas se enfocan y parten de diferentes problemas y presupuestos, no existe una medida común de su éxito que permita evaluarlos o compararlos unos con otros. A esta característica de los paradigmas, Kuhn la llama "inconmensurabilidad", término que tomaron Paul Feyerabend y el mismo Kuhn de la geometría, y que significa "sin medida común". Es también debido a esta característica, la carencia de conceptos con

significado común entre teorías, que la transición de un paradigma a otro ocurren de una manera radical y repentina, casi podemos decir irracional.

Las comunidades científicas pueden aislarse sin recurrir previamente a paradigmas; éstos pueden ser descubiertos, entonces, analizando el comportamiento de una comunidad dada. El estudio de los paradigmas, es lo que prepara al estudiante para formar parte de una comunidad científica particular.

Según Kuhn, una comunidad científica consiste en quienes practican una especialidad científica. Aislada la comunidad particular de especialistas, lo que comparten sus miembros para explicar la relativa plenitud de su comunicación profesional y la relativa unanimidad de sus juicios profesionales, no es más que un paradigma o un conjunto de éstos. Los propios científicos dirían que comparten una teoría o un conjunto de teorías. Ésta da a entender una estructura mucho más limitada en naturaleza. Kuhn sugiere el término "matriz disciplinaria", "disciplinaria" porque se refiere a la posesión común de quienes practican una disciplina particular; "matriz" porque está compuesta por elementos ordenados de varias índoles, cada uno de los cuales requiere una posterior especificación.

De acuerdo con Kuhn, el cambio de un paradigma por otro, a través de una revolución, no ocurre debido a que el nuevo paradigma responde mejor las preguntas que el viejo. Ocurre más bien, debido a que la teoría antigua se muestra cada vez más incapaz de resolver las anomalías que se le presentan, y la comunidad de científicos la abandona por otra a través de lo que el mismo Kuhn ha denominado *switch gestaltico.* Las revoluciones ocurren porque un nuevo logro o paradigma presenta nuevas formas de ver las cosas, crean de con ello nuevos métodos de análisis y nuevos problemas a qué dedicarse. En la mayoría de los casos, las teorías y problemas anteriores son olvidados o guardados como reliquias históricas. Característica que ha dado en llamarse, desde entonces, "pérdidas kuhnianas".

Todos o la mayor parte de los objetos de los compromisos de grupo resultan paradigmas o partes de paradigmas, o paradigmáticos, son partes constituyentes de la "matriz disciplinaria" y como tales forman un todo y funcionan en conjunto.

Una clase de importantes componentes de la matriz disciplinaria sería, por ejemplo:

1) Las "generalizaciones simbólicas", expresiones desplegadas por unos miembros del grupo.

2) El "paradigma metafísico", que ayuda al grupo a determinar lo que será aceptado como explicación y/o como solución de problemas; a la inversa ayudan en la determinación de la lista de "enigmas" no resueltos y en la evaluación de la importancia de cada uno.

3) Los valores más profundamente sostenidos se refieren a las predicciones que deben ser exactas; o a los aplicables a teorías enteras que deben permitir la formulación y solución de enigmas. En un grado más considerable que otras clases de componentes de la matriz disciplinaria, los valores deben ser compartidos por personas que difieren en su aplicación. Si todos los miembros de una comunidad respondiesen a cada anomalía como causa de crisis o abrazaran cada nueva teoría propuesta por un colega la ciencia dejaría de existir.

4) El término ejemplar define las concretas soluciones del problema. Las diferencias entre conjuntos de ejemplares dan a la comunidad una finísima estructura de la ciencia.

En esta concepción la noción de "paradigma" resulta fundamental. Kuhn define paradigma de la siguiente manera:

"Considero a los paradigmas como realizaciones científicas universalmente reconocidas que, durante cierto tiempo, proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica".

Los paradigmas son, por tanto, un marco o perspectiva bajo la cual se analizan los problemas y se trata de resolverlos. Por ejemplo, el movimiento aparentemente irregular de los planetas en el cielo es un problema concreto. Podemos verlo a la luz del paradigma que ofrece la teoría geocéntrica de Aristóteles, según el cual el movimiento de los planetas es absolutamente circular. En éste caso, por lo tanto, la labor del científico será mostrar que la irregularidad de los planetas no es tal y aclarar a qué se debe dicha apariencia. Pero podríamos verlo también partiendo del paradigma de la teoría heliocéntrica. En este último caso podríamos llegar a aceptar la no-circularidad del movimiento real de los planetas, pero sea cual sea la explicación ofrecida, debe aplicarse por igual al resto de los cuerpos celestes. Los paradigmas son, por lo tanto, macroteorías que se aceptan de forma general por toda la comunidad científica y a partir de las cuales se realiza la investigación.

18.3. Ciencia normal

Ciencia normal significa investigación basada firmemente en una o más realizaciones científicas pasadas, reconocidas por alguna comunidad científica, durante cierto tiempo y utilizadas como fundamento para prácticas posteriores y redactadas en los textos científicos.
La adquisición de un paradigma y el tipo de investigación que este permite, es un signo de madurez en el descubrimiento de cualquier campo científico dado. Las transiciones de los paradigmas son revoluciones científicas y la transición sucesiva de uno a otro, es el patrón usual de desarrollo de una ciencia madura. Para ser aceptado como paradigma una teoría debe parecer mejor que sus competidoras; pero no necesita explicar. Su surgimiento afecta la estructura del grupo que practica ese campo. En el desarrollo de la ciencia normal, cuando se produce una síntesis capaz de atraer a la mayoría de los profesionales de la generación siguiente, las escuelas antiguas desaparecen.

Un paradigma es un patrón aceptado que permite la renovación de ejemplos. El tener más éxito no se refiere a uno completo en la resolución de un problema determinado. La ciencia normal consiste en la realización de esa promesa, para que sea una realización lograda mediante la ampliación del conocimiento y para que aumente el acoplamiento entre los hechos y las predicciones del paradigma.

La ciencia normal posee un mecanismo interno que, siempre que el paradigma deje de funcionar, asegure el cambio de las restricciones que atan a la investigación. Su investigación va dirigida a la articulación de aquellos fenómenos y teorías que el paradigma proporciona.

Una pequeña parte de los problemas teóricos de la ciencia normal, consiste simplemente en el uso de la teoría existente para predecir información fáctica de valor intrínseco. El trabajo bajo el paradigma, no puede llevarse a cabo en ninguna otra forma y la deserción del paradigma significa dejar de practicar la ciencia que se define.

La ciencia normal retrata el desarrollo científico como una sucesión de períodos establecidos por la tradición, puntuados por interrupciones no acumulativas, donde sus tesis son de extensa aplicabilidad.

El objetivo de la misma es aclarar los posibles fallos del paradigma (como por ejemplo datos empíricos que no coincidan exactamente con la teoría) o extraer todas sus consecuencias. A este proceso de investigación basado en un paradigma se le denomina "ciencia normal". En palabras de Kuhn:

> *"ciencia normal" significa investigación basada firmemente en una o más realizaciones científicas pasadas, realizaciones que alguna comunidad científica particular reconoce, durante cierto tiempo, como fundamento para su práctica posterior".*

Esta fase del desarrollo de la ciencia ocupa la mayor parte del tiempo de los científicos, porque aunque los nombres que nos han llegado hasta nosotros han sido los de científicos revolucionarios que han roto con las concepciones de su tiempo (como Galileo o Einstein), la mayor parte de científicos realizan trabajos rutinarios de comprobación para mostrar o poner a prueba la solidez del paradigma en el que se basan.

La ciencia normal es, pues, la ciencia que crece y se desarrolla en ausencia de periodos de crisis. La ciencia que, para crecer, se apoya firmemente en uno o varios logros del pasado, cuya vigencia es reconocida por dicha comunidad científica como base para ulteriores trabajos. Es acumulativa.
Por su parte la ciencia normal comprende:

- Un paradigma dominante.
- Un carácter dogmático.
- Una racionalidad interna desplegada solo por los que comparten el paradigma.
- Inconmensurabilidad entre paradigmas.
- Progreso interno del conocimiento científico dentro de cada paradigma, no siendo acumulativo el progreso de un paradigma a otro.

En ocasiones, no obstante, un paradigma no es capaz de resolver todos los problemas, y estos persisten a lo largo de los años o de los siglos, tal vez acumulándose junto con otros. En ese caso el paradigma en conjunto comienza a ponerse en cuestión y los científicos comienzan a considerar si supone el marco más adecuado o la forma más correcta de abordar los problemas o si debe ser abandonado. La crisis supone la proliferación de nuevos paradigmas, en un principio tentativo y provisional, con vistas a resolver la o las cuestiones más problemáticas. Estos nuevos paradigmas compiten entre sí y cada uno trata de imponerse como el enfoque más adecuado.

Finalmente se produce una revolución científica cuando uno de los nuevos paradigmas sustituye al paradigma tradicional (como sucedió con la visión del mundo copernicana, que derrocó a la concepción aristotélica o con la teoría de la relatividad de Albert Einstein, que sustituyó a la visión newtoniana de la realidad como la forma más apropiada forma aproximarse al mundo):

"Las revoluciones científicas se consideran aquí como aquellos episodios de desarrollo no acumulativo en que un antiguo paradigma es reemplazado, completamente o en parte, por otro nuevo e incompatible."

Tras la revolución el ciclo comienza de nuevo y el paradigma que ha sido instaurado da pie a un nuevo proceso de ciencia forma.

18.4. Crisis

Los problemas científicos muchas veces presentan anomalías cuya solución satisfactoria no es posible en el contexto de la ciencia normal, del paradigma vigente. Son fenómenos nuevos, inesperados cuya presencia será el inicio de los periodos de crisis.

A diferencia de los enigmas, que son problemas cuya solución - a veces mas de una- puede encontrarse dentro del paradigma establecido, las anomalías pueden interpretarse como contraejemplos o, como diría Popper, falsaciones de teorías científicas(Alvarado 2005)
Kuhn sostiene que no existe la investigación sin ejemplos en contrario. Los enigmas existen sólo debido a que ningún paradigma resuelve completamente todos los problemas.

Por otro lado, la crisis es la condición previa y necesaria para el nacimiento de nuevas teorías.

La decisión de rechazar o de aceptar un paradigma y el juicio que conduce a esa decisión, involucra siempre la comparación de paradigmas con la naturaleza y entre ellos. El rechazar un paradigma sin reemplazarlo con otro, es rechazar a la ciencia misma.

La proliferación de versiones de paradigmas, síntoma de crisis, debilita las reglas de la resolución normal de enigmas, de tal modo que, permite la aparición de un nuevo paradigma. Es tarea de la ciencia normal esforzarse por hacer que la teoría y los hechos, sean coherentes; y esta actividad puede verse como una prueba o búsqueda de confirmación o falsedad. Su objeto es resolver un enigma para que la existencia misma suponga la validez del paradigma.

Se entiende que todas las crisis se inician con la confusión de un paradigma. La transición de un paradigma a otro nuevo del que pueda surgir una nueva tradición de ciencia normal, está lejos de ser un proceso de acumulación. Es más bien una reconstrucción del campo, o una partida de nuevos fundamentos. Las crisis debilitan los estereotipos y proporcionan los datos adicionales necesarios para un cambio de paradigma fundamental La transición consiguiente a un nuevo paradigma, es lo que Kuhn llama, revolución científica.

18.5. Revolución Científica

Se considera revolución científica a todos aquellos episodios de desarrollo no acumulativo, en que un paradigma antiguo es reemplazado completamente o en parte, por otro nuevo, incompatible; es decir, cuando un paradigma existente deja de funcionar de forma adecuada, en la exploración de un aspecto de la naturaleza.

Cuando los paradigmas entran en debate sobre su elección, para Kuhn, su función necesaria es circular y sostiene que, sea cual fuere su fuerza, el status del argumento circular, es sólo el de la persuasión.

Las razones por las cuales la asimilación de un nuevo tipo de fenómeno o de una nueva teoría científica debe exigir el rechazo de un paradigma más antiguo, no se derivan de la estructura lógica del conocimiento científico; pues podría surgir un nuevo fenómeno sin reflejarse sobre la práctica científica pasada.

La asimilación de todas las nuevas teorías, significa la destrucción de un paradigma anterior y un conflicto consiguiente entre las escuelas del pensamiento científico. Es evidente que éste existe entre el paradigma que descubre una anomalía y el que, más tarde, hace resulte normal dentro de nuevas reglas.

Kuhn señala tres tipos de fenómenos sobre los que puede desarrollarse una nueva teoría:

1. aquellos que han sido bien explicados por los paradigmas existentes y que no proporcionan un motivo para la construcción de una nueva teoría;
2. fenómenos cuya naturaleza es indicada por paradigmas existentes, pero cuyos detalles sólo pueden comprenderse a través de una articulación posterior a la teoría;
3. y las anomalías que no son asimiladas en los paradigmas existentes. Sólo este tipo produce nuevas teorías.

Sin la aceptación de un paradigma no habría ciencia normal.

El paradigma no podrá proporcionar enigmas que no hayan sido todavía resueltos, si no se extiende a campos donde no exista ningún precedente completo.

Los paradigmas se diferencian, en algo más que en la sustancia, ya que están dirigidos, no sólo hacia la naturaleza, sino también a la ciencia que los produjo. La recepción de un nuevo paradigma, hace necesaria una redefinición de la ciencia correspondiente. Algunos problemas antiguos pueden relegarse a otra ciencia o ser declarados "no científicos".

La tradición científica natural que surge de una revolución científica, no es sólo incompatible, sino también incomparable con la que existía anteriormente. Afirmaba Kuhn que, las teorías científicas posteriores son mejores que las anteriores para resolver enigmas y que a menudo éstas son totalmente distintas a los que se aplican; "una teoría científica nueva, es mejor que sus predecesoras".

Todas las revoluciones implican el abandono de generalizaciones cuya fuerza previamente había sido la fuerza de las tautologías.

18.6. Inconmensurabilidad y resolución de la revolución

La prueba de un paradigma sólo tiene lugar cuando el fracaso persistente para obtener la solución de un problema, produce una crisis e incluso entonces, solamente se produce después de que el sentimiento de crisis haya producido un candidato alternativo a paradigma.

Ninguna teoría resuelve todos los problemas a los que se enfrenta, ni es frecuente que las soluciones alcanzadas sean perfectas. Al contrario, lo incompleto y lo imperfecto del ajuste entre la teoría y los datos existentes, es lo que define muchos de los enigmas que caracterizan a la ciencia normal. Cabe preguntar cuál de dos teorías reales y en competencia, se ajusta mejor a los hechos.

Las razones por las cuales, los paradigmas postulantes, necesariamente fracasan, al entrar en contacto con los puntos de vista de los demás, han sido descriptas como la inconmensurabilidad de la tradición científica normal, anterior y posterior a las revoluciones.

Los nuevos paradigmas nacen de los antiguos e incorporan gran parte del vocabulario y de los aparatos, que previamente se utilizaron. Quienes proponen los paradigmas, practican sus profesiones en mundos diferentes. Al hacerlo, los dos grupos de científicos ven cosas diferentes cuando miran en la misma dirección desde el mismo punto. Cada comunidad lingüística puede producir, resultados completos de su investigación que aunque sean descriptibles en frases comprendidas de la misma manera por los dos grupos, no pueden ser explicados por la otra comunidad en sus propios términos.

18.7. Progreso a través de la revolución

Sólo durante los períodos de ciencia normal, el progreso parece ser evidente y la comunidad científica no puede ver los frutos de su trabajo en ninguna forma. Una comunidad científica es eficiente para resolver los problemas o los enigmas que define su paradigma. El resultado de la resolución de esos problemas debe ser inevitablemente el proceso.

Cuando una comunidad científica repudia un paradigma anterior, renuncia, al mismo tiempo, a la mayoría de los libros y artículos en que se incluye dicho paradigma.
Los cambios de paradigma llevan a los científicos cada vez más cerca de la verdad.

¿Cómo evoluciona la ciencia?

De una preciencia, se obtiene una ciencia normal que entra en crisis y desata una revolución; que tiene por producto una nueva ciencia normal y por consiguiente, una nueva crisis.

18.8. ***La estructura de las revoluciones científicas*** (Thomas Kuhn, 1962)

Es un análisis sobre la historia de la ciencia. Su publicación marca un hito en la sociología del conocimiento y *epistemología* , popularizando los términos de *paradigma* y *cambio de paradigma* .

Fue publicada primeramente como monografía en la *Enciclopedia Internacional de la Ciencia Unificada* (*International Encyclopedia of Unified Science*), y luego como libro por la Editorial de la Universidad de Chicago en el año 1962. En el 1969, Kuhn agregó un apéndice a modo de réplica a las críticas que había suscitado la primera edición.

Kuhn declaraba que la génesis de las ideas del libro ocurrió en 1947, cuando le fue encomendado dar una clase de ciencia para estudiantes de Humanidades, enfocándose en casos de estudio históricos. Más tarde declararía que hasta el momento nunca había leído ningún documento antiguo sobre temas científicos. La *Física* de Aristóteles era notablemente diferente a la obra de Newton en lo referido a conceptos de materia y movimiento. Llegó a la conclusión de que los conceptos de Aristóteles no eran —más limitados‖ o -peores‖ que los de Newton, sólo diferentes.

Enfoque

Kuhn adopta un enfoque de la Historia de la Ciencia y de la Filosofía de la ciencia centrado en cuestiones conceptuales como qué tipo de ideas eran concebibles en un determinado momento, de qué tipo de estrategias y opciones intelectuales disponían las personas durante cierto período, así como la importancia de no atribuir modelos de pensamiento modernos a autores históricos. Desde esta posición, argumenta que la evolución de la teoría científica no proviene de la mera acumulación de hechos, sino de un grupo de circunstancias y posibilidades intelectuales sujetas al cambio.

Ejemplos históricos

Kuhn ilustra sus ideas utilizando ejemplos extraídos de la historia de la ciencia.
Así, en un estado particular de la historia de la Química, algunos científicos comienzan a explorar el concepto del atomismo. Muchas sustancias, al ser calentadas, presentan la tendencia a separarse en los elementos que la componen. En aquellos tiempos, una mezcla de agua y alcohol era clasificada como un compuesto químico. En la actualidad se la considera una mezcla, pero entonces no había razón para sospechar que no fuera un compuesto. El agua y el alcohol no se separan espontáneamente, pero pueden ser separados por medio del calentamiento. El agua y el alcohol se pueden combinar en cualquier proporción.

Un químico que favoreciera la teoría atomista consideraría que todos los compuestos cuyos elementos se combinan en proporciones fijas como presentando una conducta normal, y toda excepción sería considerada una anomalía que podría ser explicada en el futuro.

Pero, por otro lado, si el químico creyera que las teorías de la atomicidad de la materia son falsas, todos los compuestos cuyos elementos se combinaran en proporciones fijas serían considerados anomalías que podrían ser explicadas en algún momento posterior, y todos los compuestos cuyos elementos pudieran ser combinados en cualquier proporción presentarían la conducta normal para un compuesto.

Hoy en día el consenso favorece el punto de vista del atomismo. Pero si nos detuviéramos a pensar el problema utilizando solamente el conocimiento disponible en ese momento, ambos serían defendibles.

❖ La revolución de Copérnico

Acaso el ejemplo más famoso de revolución en el pensamiento científico es De Revolutionibus Orbium Coelestium de Copérnico. En la Escuela Tolomeica (de Tolomeo) se utilizaban los ciclos y epiciclos (junto con algunos conceptos adicionales) para construir un modelo explicativo de los movimientos de los planetas en un universo cuyo centro era una Tierra inmóvil. Dado el conocimiento de la época, era el enfoque más plausible. A medida que las observaciones astronómicas se hicieron más precisas, la complejidad de los mecanismos cíclicos y epicíclicos tolomeicos debió incrementarse para hacer coincidir lo más ajustadamente sus cálculos con las posiciones observadas de cada planeta. Copérnico propuso un sistema que tenía al Sol como centro, alrededor del cual orbitaban los planetas, uno de los cuales era la Tierra. Sus contemporáneos rechazaron su cosmología, y con pleno derecho, según Kuhn, dado que la cosmología de Copérnico carecía de credibilidad.
Kuhn ilustra cómo el cambio de paradigma fue posible sólo cuando Galileo Galilei introdujo sus nuevas ideas de movimiento. Intuitivamente conocemos que cuando un objeto es puesto en movimiento, finalmente se detiene. Aristóteles sostenía que esto era una propiedad de la Naturaleza: para que el movimiento se mantenga, algo debe continuar poniéndolo en movimiento. Para el conocimiento disponible en la época, era la hipótesis más sensata y razonable.

Galilei propuso una alternativa radical para explicar el hecho de que el movimiento se detenga: supongamos, decía, que los objetos finalmente se detienen porque están siempre sujetos a determinada fricción. Carecía de equipamiento para confirmar objetivamente su conjetura, pero sugirió que sin fricción que frenara al móvil, su tendencia inherente es mantener una misma velocidad sin necesidad de aplicarle ninguna fuerza adicional.

El enfoque tolomeico, que utilizaba los ciclos y epiciclos comenzó a presentar problemas: el constante crecimiento en complejidad que se requería para dar cuenta de los fenómenos observables parecía no tener fin. Johannes Kepler fue el primero en abandonar el paradigma tolomeico y sus herramientas conceptuales. Comenzó a explorar la posibilidad de que Marte tuviera una órbita elíptica en lugar de una circular. La velocidad angular no podía ser constante, pero resultó ser muy difícil encontrar una fórmula que describiese la forma en que se modificaba la velocidad angular. Luego de años de incesantes e infructuosos cálculos, Kepler dio con lo que hoy conocemos como la segunda de las leyes de Kepler.

La conjetura de Galilei era simplemente eso — una conjetura. También lo fue la cosmología de Kepler. Pero cada una de ellas aumentó la credibilidad de la otra, y juntas cambiaron la percepción de la comunidad científica. Más adelante Isaac Newton demostró que las tres leyes de Kepler podían ser derivadas de una única teoría del movimiento y del movimiento planetario. Newton unificó y solidificó el cambio de paradigma iniciado por Kepler y Galilei.

18.9. Coherencia

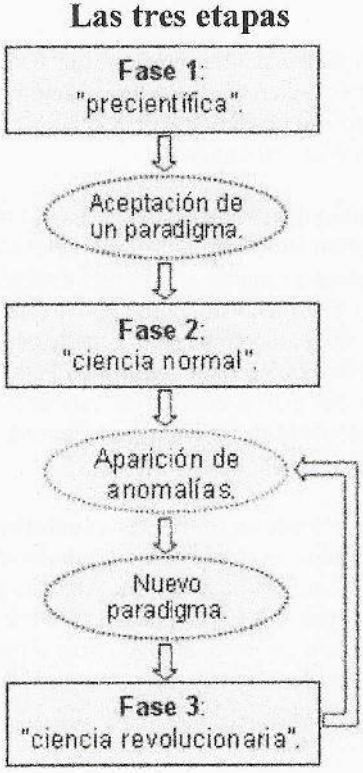
Uno de los objetivos de la ciencia es encontrar modelos que den cuenta de la mayor cantidad de observaciones dentro de un marco coherente. La reformulación de la naturaleza del movimiento llevada a cabo por Galilei, junto a la cosmología de Kepler, representaban un marco coherente capaz de rivalizar con el Aristotélico/Ptolomeico.

Una vez que se ha dado el cambio de paradigma, es necesario reescribir los libros de texto. La historia de la ciencia suele ser asimismo habitualmente reescrita y presentada como una suerte de proceso inevitable que conduce al marco conceptual establecido en el momento. Existe la creencia implícita de que todo fenómeno de momento carente de una explicación, podrá ser explicado en un futuro dentro del marco conceptual establecido. Kuhn dice que los científicos pasan la mayor parte de su carrera (si no toda ella) resolviendo acertijos. Y lo hacen con gran tenacidad, dado que lo éxitos del marco conceptual establecido tienden a generar una gran confianza en que el enfoque adoptado garantiza que existe una solución al acertijo, por difícil que sea. Este proceso es llamado *ciencia normal*.

Cuando un paradigma es exigido hasta su límite, las **anomalías** — es decir la incapacidad de dar cuenta de fenómenos observados — comienzan a acumularse. La gravedad de éstas se juzga por aquellos que practican la disciplina en cuestión. Algunas pueden ser despreciadas como errores en la observación, mientras que otras pueden requerir algunos pequeños ajustes del paradigma actual que las explicaría en su momento. Pero a pesar del número o gravedad de anomalías que persistan o se acumulen, los científicos no pierden su fe en el paradigma mientras no exista una alternativa convincente; perder la fe en que todo problema tiene una solución equivaldría a dejar de ser un científico.

En cualquier comunidad científica hay individuos que se arriesgan más que la mayoría. Son los que, considerando que existe de hecho una **crisis**, adoptan lo que Kuhn denomina **ciencia revolucionaria**, intentando dar con alternativas a las presuposiciones aparentemente obvias e incuestionables en las que se basa el paradigma establecido. Lo que suele dar lugar a un marco conceptual que rivaliza con éste. El nuevo paradigma propuesto parecería poseer numerosas anomalías, en parte debido a estar aún incompleto. La mayoría de la comunidad científica se opondrá a cualquier cambio conceptual, y de acuerdo con Kuhn, obrará bien haciéndolo.

Para que una comunidad científica alcance su potencial necesita tanto de individuos arriesgados como de individuos conservadores. Existen numerosos ejemplos en la historia de la ciencia en los que la confianza en el marco conceptual establecido fue posteriormente corroborada. Es casi imposible predecir si las anomalías del nuevo paradigma propuesto podrán ser resueltas. Aquellos científicos que sean excepcionalmente hábiles para reconocer el potencial de una teoría, serán los primeros en preferir el nuevo paradigma. Esta etapa es seguida generalmente por un período en el cual hay quienes adhieren o uno o a otro de los paradigmas. Más adelante, si el paradigma propuesto logra unificarse y solidificarse, acaba por reemplazar al anterior, y decimos que tiene lugar un **cambio de paradigma**.



Esquema de las fases de la ciencia según Thomas Kuhn.

El autor distingue cronológicamente tres etapas. En la primera, que es la fase **precientífica**, y que se da una sola vez, no existe consenso sobre ninguna teoría en particular. Se caracteriza por presentar numerosas teorías incompatibles e incompletas. Si los individuos de una comunidad precientífica logran un amplio consenso sobre métodos, terminología, y la clase de experimentos que pueden contribuir a mayores descubrimientos, da comienzo la segunda fase, o **ciencia normal**. Toda ciencia puede atravesar luego, varias fases de **ciencia revolucionaria.**

18.10. Período de transición

El período de transición entre un paradigma y otro no es sencillo ni rápido. El autor cita el comentario de Max Planck, según el cual:

> *una nueva verdad científica no triunfa porque haya convencido a sus oponentes y le haya hecho ver la luz, sino más bien porque sus oponentes mueren finalmente, y una nueva generación crece más familiarizada con ella.*

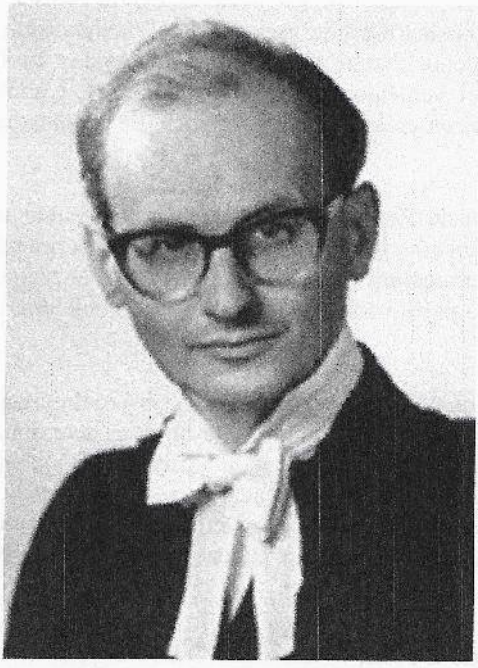
Según Kuhn, el paradigma que precede un cambio de paradigma, es tan diferente del que lo sigue, que sus teorías no son comparables. El cambio de paradigma no es una mera revisión o transformación de una teoría aislada, sino que cambia la manera en que se define la terminología, la manera en que los científicos encaran su objeto de estudio, y acaso más importante aún, el tipo de preguntas consideradas válidas, así como las reglas utilizadas para determinar la verdad de una teoría particular. Plantea así la inconmesurabilidad de los paradigmas (imposibilidad de traducir las ideas de uno en las de otro, y por lo tanto de compararlos entre sí). Las nuevas teorías no serían, por tanto, meras extensiones de las antiguas, sino que conformarían visiones del mundo radicalmente diferentes.

Tal inconmensurabilidad existe no sólo antes y después de un cambio de paradigma, sino también en los períodos de convivencia y conflicto. Es imposible, según Kuhn, idear un lenguaje imparcial que pueda usarse para realizar una comparación neutral entre los paradigmas, pues los términos son parte integral de los mismos, y por lo tanto poseen diferentes connotaciones dependiendo de en cuál de ellos se los use. Según el autor, los defensores de cada paradigma se encuentran separados por un abismo insalvable : *"Aunque cada uno de ellos puede albergar la esperanza de convertir al otro a su propia manera de ver la ciencia y sus problemas, ninguno puede esperar demostrar que está en lo cierto. La competencia entre paradigmas no es el tipo de batalla que puede ser resuelta en base a pruebas.* "

Según Kuhn, las herramientas probabilísticas utilizadas por los verificacionistas son inherentemente inadecuadas para la tarea de decidir entre teorías en conflicto, dado que ellas mismas pertenecen a los mismos paradigmas que buscan comparar. De manera similar, las observaciones tendientes a "falsar" una teoría caen dentro de uno de los paradigmas que pretenden ayudar a comparar, serían asimismo inadecuadas para el caso. Kuhn insiste en que el concepto de falsabilidad no es útil para entender por qué la ciencia se ha desarrollado de la manera en que lo ha hecho. En la práctica científica, los científicos consideran la posibilidad de que una teoría ha sido –falsada‖ (refutada) si cuentan con una teoría alternativa creíble. En ausencia de tal alternativa, los científicos continuarán dentro del marco del paradigma establecido. Si ocurre un cambio de paradigma, los libros de texto se reescriben declarando que las teorías previas han sido refutadas (—falsadas‖).

CAPÍTULO Nº 19

FALSACIONISMO SOFISTICADO Y LOS PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN



IMRE LAKATOS

19.1 Introducción

Imre Lakatos nació en Hungría en 1922. Durante la Segunda Guerra Mundial fue miembro de la resistencia. En 1947 fue designado para ocupar un alto puesto en el Ministerio de Educación húngaro. En 1950 fue arrestado por ser "un revisionista" y tuvo que pasar tres años en una prisión stalinista. En 1956 se enteró de que podría ser arrestado de nueva cuenta, lo que le hizo escapar a Viena y casualmente llegó a la London School of Economics and Political Sciences, de la Universidad de Londres. Allí hizo sus estudios de filosofía de la ciencia bajo el tutelaje de Sir Karl Popper. Fue profesor de la LSE desde 1960 hasta 1974, año en que repentinamente murió el 2 de febrero.

A pesar de su relativamente corta carrera como filósofo de la ciencia, Lakatos ha tenido una gran influencia tanto en ciencias naturales como en ciencias sociales.Su trabajo es más conocido y reconocido como un valioso esquema para la evaluación del progreso del conocimiento de cualquier área científica de investigación.

Lakatos presenta su obra cumbre *"Metodología de programas científicos de investigación"* como una versión mejorada del falsacionismo ingenuo de Popper, y la dio a conocer en 1k965, con motivo del Coloquio Internacional de Filosofía de la Ciencia, celebrado en Londres. En esa ocasión el grupo de la LSE (llamado informalmente "el grupo Popperiano") criticó *La Estructura de las revoluciones científicas*de Kuhn (1962) y la "nueva imagen" de la ciencia que de él se deriva.

Lakatos toma de Popper los ingredientes esenciales del racionalismo crítico: a) la creencia de que el crecimiento del conocimiento científico es racional y b) la convicción de que es precisamente la crítica el vehículo de tal crecimiento. De Kuhn toma principalmente la "tenacidad" de los que hacen ciencia y la importancia de "contextualizar" la explicación del crecimiento de la ciencia.

El falsacíonismo ingenuo de Popper no pasó desapercibido ante los ojos críticos de otros filósofos de la ciencia. Lakatos le critica a Popper sus "experimentos cruciales", su noción ingenua de falsación (refutación) y su falta de contextualización de la explicación del crecimiento científico a partir del choque entre las conjeturas y sus correspondientes refutaciones.

Parecería, dice Lakatos, que cuando se diseña un experimento crucial para decidir entre dos teorías que están compitiendo por el dominio de un área determinada, los científicos están equipados con "racionalidad instantánea" para evaluar todas y cada una de las posibles implicaciones que se derivan de tal experimento. Esto simplemente no es posible, dice Lakatos, y agrega: es más, un experimento que fue considerado "crucial" en una época, en otra posterior puede no serlo. Necesitamos tiempo para poder evaluar y poner en perspectiva las teorías científicas.

Muy relacionada con la función del tiempo en la evaluación de diferentes teorías científicas está la segunda crítica y mejora de Lakatos al falsacionismo de Popper. El choque entre conjeturas y refutaciones, diría Lakatos, no se da en el vacío. Dicha confrontación se da en un contexto de discusión racional. Por otro lado, las conjeturas no aparecen "espontáneamente" en escena sino que son parte de una tradición de ideas, de concepciones acerca del mundo. Esta segunda crítica da como resultado el que aparezcan en escena el elemento histórico en la evaluación de teorías y el concepto de programas científicos de investigación.

El elemento histórico en la metodología de Lakatos tiene dos aspectos: uno *interno* y otro *externo.*El interno es lo que antes consideramos como el contexto de la discusión racional en el choque entre conjeturas y refutaciones. La historia interna, pues, es la discusión y confrontación intelectual, en una área específica, de las teorías (conjeturas) que la integran. Por ejemplo, la historia interna en sociología del desarrollo consiste en la confrontación de ideas entre los teóricos de la modernización y los defensores de la dependencia; o bien, en

teorías de la inteligencia, esta discusión se daría entre ambientalistas y defensores de la teoría hereditaria.

La historia externa, por su parte, se refiere a las circunstancias psicológicas y sociológicas existentes en la actividad de investigación de los científicos al llevar a cabo la historia interna de un área. Es decir, la historia interna corresponde a la lógica del descubrimiento científico de Popper (conjeturas vs refutaciones) y la historia externa a la psicología y sociología de la investigación de Kuhn.

Existe otra consecuencia muy importante de esta "contextualización" del falsacionismo ingenuo de Popper. Cuando Lakatos revisa, desde su "metodología", el falsacionismo de Popper, se da cuenta de un problema serio con este esquema original. El problema consiste en que después de que una conjetura ha sido refutada se sigue usando pues no hay nada mejor para reemplazarla. Esto que Popper no logra resolver completamente aparece como un ingrediente irracional en su esquema, por lo que contradice el espíritu de su racionalismo crítico.
La solución de Lakatos es redefinir refutación. Refutación para el falsacionismo metodológico de Lakatos no sólo es probar que una teoría es falsa, sino tener otra mejor que la que ha sido refutada.

El **falsacionismo metodológico sofisticado** es el nombre que da Imre Lakatos a su metodología epistemológica basada en lo que él denomina programas de investigación científica.

La metodología de los programas de investigación supone un paso más allá en el falsacionismo ya que resuelve algunos problemas de los que adolece este último. Debido a esto, Lakatos pasa a denominar *falsacionismo ingenuo* al defendido por Karl Popper en su *La lógica de la investigación científica*, mientras que llama falsacionismo sofisticado a las sugerencias más tardías de Popper, así como a su propia metodología de los programas de investigación.

No obstante, cabe señalar que Popper no llama a su metodología falsacionismo, sino racionalismo crítico. El hecho de que actualmente se la conozca por falsacionismo es debido a los divulgadores de su obra, así como a la distinción mencionada que realizó Lakatos.

19.2. Crítica al falsacionismo ingenuo

Lakatos señala diversos problemas del falsacionismo ingenuo apoyándose constantemente en la historia de la ciencia y afirma (parafraseando la famosa frase de Kant) que «la filosofía de la ciencia sin la historia de la ciencia es vacía; la historia de la ciencia sin la filosofía de la ciencia es ciega». A continuación se muestran algunos de los problemas clave que Lakatos observa en el falsacionismo ingenuo:

- La ciencia no avanza por medio de falsaciones de teorías. Un experimento que refuta una teoría no hace que se abandone, sino que los científicos suelen apelar al experimentador para que revise sus métodos, instrumentos y teoría experimental. Por ejemplo, muestra el programa de William Prout. Aun así, dice que los científicos con suficiente imaginación e ingenio pueden rechazar indefinidamente los experimentos o asimilar sus resultados en

forma de hipótesis *ad hoc*, hecho que contradice el criterio de rechazo de teorías del falsacionismo ingenuo (cf. Tesis de Duhem-Quine).

- Los *experimentos cruciales* que refutan teorías no se dan realmente, sino que esta denominación se adjudica a algunos experimentos retrospectivamente cuando se ha aceptado una nueva teoría. Este hecho no parece muy racional, pues en ocasiones se denomina así a experimentos cuyos autores pensaban que corroboraban una teoría en lugar de refutarla. Como ejemplo, cita el experimento de Michelson-Morley y otros.
- Las teorías científicas nacen refutadas. Muestra como ejemplo la teoría de la gravitación de Newton, la cual nació con anomalías y esto no impidió su desarrollo hasta convertirse en una de los mayores logros científicos de la humanidad. El falsacionismo ingenuo la hubiese rechazado inmediatamente al nacer por estar refutada.
- La aparición de nuevas teorías es un tema que no queda tratado en el falsacionismo ingenuo, pues sus consideraciones no van más allá de lo relativo al rechazo o corroboración de una teoría. ¿Qué ocurre cuando se rechaza una teoría? ¿Cómo se elige una teoría entre varias candidatas? Popper da algunos criterios en su falsacionismo sofisticado (grados de corroboración).

19.3. El metafalsacionismo

Lakatos reflexiona sobre la posibilidad de elaborar un metacriterio para juzgar la validez del racionalismo crítico de Popper (falsacionismo), considerando un servicio de valor epistemológico enunciar las instancias empíricas falsadoras del falsacionismo. Es decir, definir las consecuencias empíricas del falsacionismo, que tal teoría sería incapaz de resistir, y, en coherencia con su lógica, se auto–obligaría a abandonar su criterio de demarcación. Luego, el metacriterio que postula Lakatos se enunciará así: "...sí un criterio de demarcación es inconsistente con las evaluaciones básicas de la élite científica, debe ser rechazado"

19.4. Crítica a los paradigmas de Kuhn

Además de criticar el falsacionismo de Popper, critica la idea de *revolución científica* de Kuhn por su carácter irracional, ya que considera que los científicos no cambian de teoría simplemente por propaganda, intuición o persuasión, sino que existen métodos y factores racionales para la evaluación de teorías científicas que pueden indicar objetivamente si una es mejor que otra.

También critica la *inconmensurabilidad* entre paradigmas de Kuhn y Paul Feyerabend pues defiende que si bien los paradigmas no son comparables ni inconsistentes entre sí, con la ayuda de un diccionario se pueden *hacer* inconsistentes y comparables. Es decir, se pueden eliminar teorías frente a teorías rivales de forma objetiva y afirma que su metodología racional puede aplicarse para esta evaluación de *programas de investigación.*

19.5. La metodología de los programas de investigación

La propuesta de Lakatos es un falsacionismo sofisticado que a su juicio subsana los problemas antes mencionados. Así, defiende que las teorías no deben observarse individualmente, sino en conjuntos de teorías relacionadas en serie de modificaciones que conforman lo que él denomina un **programa de investigación**. Estas modificaciones que dan lugar a nuevas teorías dentro del programa también reciben el nombre de *cambios de problemática*. Dicho de

otro modo: un programa de investigación consiste en una cadena de teorías las cuales son fruto unas de otras de manera secuencial (T_1, T_2, ...) debido a modificaciones realizadas para explicar y predecir más hechos.

19.6. Criterio de demarcación

Bajo esta visión, Lakatos afirma que una modificación en un programa de investigación es *progresiva teóricamente* si predice hechos nuevos o inesperados, mientras que es *progresiva empíricamente* si, además, algunos de estos hechos nuevos han sido corroborados experimentalmente (asumiendo el convencionalismo revolucionario de Popper). Como *criterio de demarcación* entre ciencia y no-ciencia, establece que una teoría es científica si es progresiva empíricamente (lo cual implica ser progresiva teóricamente). Es decir, si predice hechos nuevos y explica parte de estos además de los ya conocidos. Un programa con estas características se dirá que es *progresivo*.
Esto último permite atajar el problema de las modificaciones *ad hoc* sobre las teorías para acomodar nuevos hechos, de manera que según lo dicho arriba, esas modificaciones no supondrían un progreso teórico al no predecir hechos nuevos, por lo que no se considerarían científicas. Un programa de investigación en este estado de no-progreso se dice que está degenerando o en *regresión*.

19.7. Estructura de un programa de investigación (PCI)

Un PCI consiste en una serie de reglas metodológicas, de las cuales algunas nos indican qué patrones de investigación se deben seguir (heurística positiva) y cuáles evitar (heurística negativa).[26]
La heurística negativa, o "núcleo" del programa, es lo que contiene a los supuestos BASICOS del mismo, sin los cuales el programa no podría existir. Por otro lado, la heurística positiva, o "cinturón de protección", está formado por una serie de hipótesis que han sido elaboradas, ajustadas, modificadas y ensanchadas sistemáticamente para no permitir que el núcleo sea refutado. Phillips y Nicolayev (1978) han caracterizado el trabajo de Lakatos como "un nuevo juego con reglas en constante evolución". En el corazón de dicha actividad se encuentran ciertos ingredientes que los participantes no quieren cambiar bajo ninguna circunstancia (el núcleo). Para mantener este núcleo, deben existir otros ingredientes que sean expandibles o sujetos a cambio a la luz de la experiencia. Estos forman el cinturón de protección (En Elguea, p. 7).

Resumiendo podemos decir que los programas de investigación científica están formados por un **núcleo firme** de hipótesis irrefutables (por convenio) y un **cinturón protector** de hipótesis auxiliares y métodos que constituyen una heurística positiva. Más allá del cinturón protector se encuentran las condiciones iniciales establecidas para la resolución de problemas concretos.

---

[26] **Para mayor información se puede revisar la obra de ELGUEA, J. (1981): "*Progress and Degeneration in National Development Theories*", propuesta para disertación doctoral. Escuela de Educación. Stanford University.**

El **núcleo firme** lo constituye una heurística negativa que se encarga de prohibir ciertos hechos y se asume irrefutable por decisión metodológica de sus defensores como parte esencial del programa. Las hipótesis que lo forman impiden que se aplique el *modus tollens* debido a su negatividad, de modo que será el cinturón protector el encargado de reajustarse y cambiar para hacer frente a las contrastaciones. Así, el núcleo firme permanece intacto e inmutable y solo cabe su abandono cuando deja de anticipar hechos nuevos.

El **cinturón protector** es el conjunto de hipótesis auxiliares y métodos que forman la heurística positiva del programa de investigación con la que se aborda la resolución de problemas y la predicción de nuevos hechos. Se denomina *protector* porque es, en última instancia, la parte que recibe y contrarresta los ataques dirigidos hacia el programa. Así, pueden añadirse nuevas hipótesis auxiliares o modificar las existentes para acomodar los nuevos resultados experimentales y predecir nuevos hechos, dejando el núcleo firme lejos del peligro. La heurística positiva puede formularse como un principio *metafísico* relativo a consideraciones creativas que no tienen por qué estar basadas en hechos. Como ejemplo, Lakatos muestra que el programa newtoniano se resume en: «Esencialmente, los planetas son superficies gravitatorias en rotación que tienen una forma aproximadamente esférica», es decir, un principio metafísico que sin haber sido mantenido rígidamente, ha propiciado la heurística positiva del programa. A diferencia de la heurística negativa, esta es mucho más flexible y admite cambios profundos o incluso su sustitución por otra nueva, sin abandonar el núcleo firme.

Las modificaciones de este cinturón que sean meramente *ad hoc* supondrán una regresión del programa en lugar de un progreso, de manera que lo convertirán en *peor programa* que otro que explique lo mismo y a la vez prediga hechos nuevos (y explique parte de ellos).

Para ilustrar lo explicado anteriormente, Lakatos muestra que el programa de investigación de la gravedad newtoniana posee un nucleo firme compuesto por sus tres leyes de la dinámica y la ley de gravitación universal; una heurística consistente en el soporte matemático: el cálculo diferencial, la teoría de la convergencia y las ecuaciones diferenciales e integrales; y un cinturón de hipótesis auxiliares que incluye la óptica geométrica, la teoría de la refracción atmosférica de Newton, etc.

19.8. La influencia de las anomalías

Lakatos defiende que los programas de investigación nacen, de hecho, *refutados* (según el criterio falsacionista), es decir, con anomalías. Mientras que un falsacionista ingenuo rechazaría una teoría refutada, Lakatos aboga por separar la refutación del rechazo, de manera que un programa de investigación con anomalías no tiene por qué ser abandonado. Es más, argumenta mediante ejemplos históricos, tales como la teoría de la gravitación de Newton y la teoría de los pesos atómicos de William Prout, que el éxito de un programa de investigación no se debe a que presente más o menos anomalías, sino a que el programa sea fructífero en términos de explicación de hechos y de predicción de otros nuevos.

Además, muestra cómo los programas de investigación *progresivos* no prestan demasiada atención a las anomalías, a diferencia de los que comienzan a estancarse, que se caracterizan por la proliferación de hipótesis *ad hoc* que acomodan las evidencias en contra sin predecir hechos nuevos. Estos casos podrían compararse con el periodo de *crisis* kuhniana, donde la

incapacidad heurística del programa le resta fuerza frente a otros que expliquen algo más que él y predigan hechos nuevos.

19.9. Elección entre distintas teorías

Para Lakatos, la elección entre teorías distintas responde a la pregunta:
¿cuáles son esos cambios progresivos y/ o degenerativos que un programa puede adoptar?
Ya habíamos mencionado antes que una teoría o PCI es refutada sí y sólo sí existe una segunda teoría o programa que explique tanto como la primera y que además de explicar, prediga más. Lakatos ofrece tres criterios. Dice: "Para el falsacionista sofisticado una teoría científica T es falsificada sí y sólo sí otra teoría T" ha sido propuesta con las siguientes características: 1) T' tiene un exceso de contenido empírico sobre T: es decir, predice hechos nuevos, o sea, hechos improbables a la luz de, o prohibidos por T; 2) T' explica el éxito previo de T, es decir, todo el contenido irrefutado de T es incluido (dentro de los límites de errores de observación) en el contenido de T'; y 3) algo del exceso de contenido de T' es corroborado"

De lo anterior podemos derivar los criterios de progreso y degeneración en ciencia. Se dirá pues, que una serie de teorías es *teóricamente progresiva* si cada nueva teoría T" muestra exceso empírico sobre el contenido de su predecesora T, es decir, si predice hechos nuevos, inesperados. Una teoría T' es empíricamente progresiva si algo de su exceso empírico es corroborado. Y por último, un cambio progresivo de una teoría o programa de investigación se dará cuando ésta sea teórica y empíricamente progresiva. Un programa degenerativo lo será en caso de no ser progresivo (de acuerdo con todos los criterios anteriores).

Al separar refutación y rechazo, Lakatos defiende que la ciencia es en realidad un campo de batalla donde numerosos programas de investigación se baten tratando de explicar más que sus contrincantes. Un programa no es refutado por sus anomalías (como defiende el falsacionismo ingenuo), sino que resulta sustituido por otro programa que explique más hechos y con más poder heurístico. Como ejemplo, la teoría de la relatividad general de Albert Einstein sustituye a la gravedad newtoniana debido a que explica todo lo que ésta y, además, otros hechos como el perihelio de Mercurio, sin ser sus hipótesis *ad hoc* y a pesar de poseer también anomalías. Dicho de otra forma: un programa de investigación científica es mejor que otro si es más progresivo, tanto en sentido teórico, como en empírico y heurístico.
En conclusión, esta sustitución de teorías *degenerativas* por otras *progresivas* es fundamentalmente la versión de Lakatos del concepto de revolución científica que introdujo Kuhn. En otros términos. ***Para Lakatos habrá crecimiento del conocimiento científico en la medida en que haya cambios progresivos en un programa científico de investigación.***

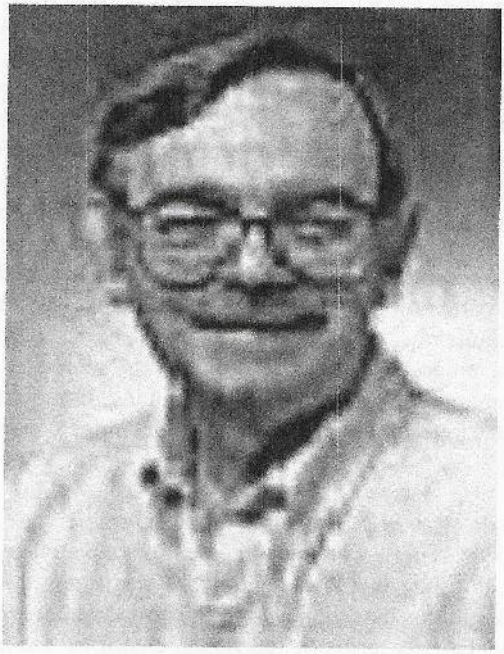
19.10. Importancia de la historia de la ciencia

Lakatos reafirma el apoyo a la historia de la ciencia que ya se observa en Kuhn y establece una distinción entre **historia interna** e **historia externa** de una teoría (o de la ciencia entera).
La **historia interna** consiste en la reconstrucción racional de la historia de la ciencia o de una teoría a la luz de una metodología concreta, como el inductivismo, el convencionalismo el falsacionismo o su metodología de los programas de investigación. Por otra parte, la **historia externa** trata la reconstrucción a la luz del contexto social, psicológico, económico, etc.
Lakatos afirma que las metodologías que requieren un gran uso de la historia externa para la explicación de los hechos científicos son peores que las que consiguen explicarlos en la

historia interna. Esta argumentación la hace apoyándose a su vez en su metodología, definiendo una meta-metodología basada en sus programas de investigación con la que evalúa las antes citadas y la suya propia. Como resultado, concluye que la metodología de los programas de investigación explica internamente mayor número de hechos históricos que las anteriores, por lo que es adecuada para su uso por parte de los historiadores de la ciencia.

CAPÍTULO Nº 20

Las tradiciones de investigación



Larry Laudan

20.1. Introducción

Larry Laudan (nacido en Austin, Texas 1941) es un filósofo de la ciencia contemporáneo y epistemólogo. Ha criticado fuertemente las tradiciones del positivismo, del realismo filosófico y del relativismo y ha defendido una visión de la ciencia como la de una institución privilegiada y progresiva ante los desafíos populares. El punto de vista de Laudan de las "tradiciones investigadoras" es visto como una importante alternativa al concepto de "programas de investigación" de Imre Lakatos.[27]

[27] **Peter Godfrey-Smith, *Theory and Reality*, 2003, University of Chicago, ISBN 0-226-30062-5, pp.102-121.**

Inicialmente Laudan fue uno de los más fieles seguidores de Lakatos. Sin embargo, después de un tiempo él mismo propuso un modelo de crecimiento científico. Este nuevo modelo conserva aún el matiz y algunas de las características propuestas por Lakatos, razón por la cual su originalidad ha sido puesta en duda varias veces, pero, sin embargo, ofrece algunas modificaciones interesantes.

20.2. Las tradiciones de investigación.

En primer lugar, Laudan (1977) habla de "tradiciones de investigación", en lugar de "programas de investigación". Una tradición de investigación es un conjunto de presuposiciones generales acerca de las entidades y procesos en un área de estudio y acerca de los métodos o técnicas apropiadas para realizar investigaciones y construir teorías en esa misma área. Laudan concibe las tradiciones de investigación, al igual que Lakatos, como un conjunto de teorías en evolución que no pueden ser evaluadas fuera de su contexto histórico. Una tradición de investigación posee dos características esenciales, una metodológica y la otra ontológica. Ambas son interdependientes y capaces de influirse una a otra. La función metodológica consiste en un grupo de reglas de lo que es permisible hacer y no hacer en el área. El desarrollo de la tradición es radicalmente dirigido por esta función, que legitima a la vez que determina la actividad de investigación científica. Para Laudan, la actividad científica es esencialmente una actividad dirigida a la resolución de problemas, de tal forma. que la función metodológica debe establecer cánones de legitimidad para proponer preguntas o problemas y formas de responderlas o resolverlos. Estos procedimientos, y aquí Laudan se apoya en Kuhn, constituyen el contenido del entrenamiento que se proporciona a los futuros investigadores en el área. A la economía contemporánea, por ejemplo, no le está permitido consultar el tarot para formular predicciones sobre movimientos monetarios o devaluaciones; este procedimiento no pertenece legítimamente a la tradición económica.

Por otra parte, y además de estas reglas metodológicas, las tradiciones de investigación poseen una función ontológica, que se refiere, esencialmente, a los objetos de estudio de la tradición. De la misma forma en que hay métodos legítimos e ilegítimos de estudio, hay objetos o fenómenos legítimos e ilegítimos de estudio. De esta forma la tradición determina sus límites, su rango de aplicabilidad y sus criterios de relevancia científica. De acuerdo con Laudan, las tradiciones de investigación son lineamientos generales de investigación y estudio que no deben ser, necesariamente, explicativos, predictivos o verificables, a diferencia de las teorías que los constituyen, que sí lo son. En este sentido, las tradiciones de investigación son sólo vagamente normativas, a diferencia de los programas de investigación lakatosianos en los que el núcleo ejerce una definitiva función normativa. En palabras de Laudan: "Una tradición de investigación, cuando más, especifica una ontología general y un método general de resolver los problemas dentro de un dominio determinado" (Laudan 1977, pp. 84). Son las teorías las que, a su juicio, constituyen la parte explicativa, verificable y predictiva de la ciencia.

Las tres funciones importantes de una tradición de investigación son, según Laudan: a) la de determinar los límites de aplicación de las teorías que constituyen una disciplina; b) la de proveer heurísticas negativas y positivas (lo que nos recuerda a Lakatos), esto es, proporcionar ideas iniciales que permitan la formulación de teorías explicativas, predictivas y verificables, todo esto con el objeto de incrementar la capacidad de la tradición de investigación para resolver problemas; y, finalmente, c) la de justificar racionalmente la existencia de teorías científicas.

Una de las características que Laudan conserva de la metodología de Lakatos, es el carácter evolutivo e histórico de las tradiciones de investigación. Estas son formuladas en un ambiente intelectual determinado, crecen e incrementan su rango de aplicabilidad, y se desgastan y acaban por desaparecer para ser sustituidas por nuevas tradiciones. Sin embargo, los cambios o transformaciones que la historia opera en las tradiciones de investigación son percibidos de manera distinta que en los programas de investigación. Para Laudan, el núcleo esencial es también modificable, a través del tiempo, por la experiencia no necesariamente empírica. A tal punto, que la tradición puede terminar sus días con características radicalmente diferentes a las que tenía cuándo se inició, circunstancia impensable desde la perspectiva de Lakatos.

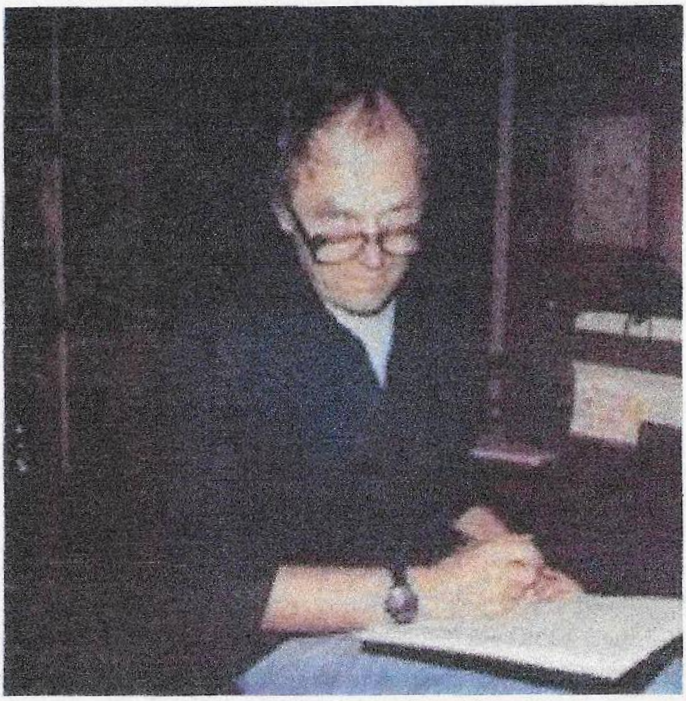
Finalmente, Laudan suaviza pero mantiene las nociones de progresividad y degeneración como criterios de evaluación científica. En este punto las diferencias entre Laudan y Lakatos, sostenidas por el mismo Laudan, no aparecen del todo claras. Laudan sostiene que Lakatos se limita a reconocer progresívidad en un programa, cuando éste ha logrado un incremento en su contenido empírico, pero sólo empírico. Según Laudan, Lakatos ignora y no considera como importante el incremento de contenido conceptual, En sus propias palabras: "su concepción de progreso es exclusivamente empírica; las únicas modificaciones progresivas en una teoría son aquellas que incrementan el enfoque de su contenido empírico" (p. 71).

Las consecuencias de esta característica de la metodología de programas científicos de investigación, de acuerdo con Laudan, son: la restricción y la ignorancia exagerada del incremento de la capacidad heurística de las teorías, sin tener que recurrir necesariamente al contenido empírico corroborado sino al incremento conceptual.

En este punto, nuestra lectura de Lakatos difiere fundamentalmente de la de Laudan. Lakatos es suficientemente claro con respecto al lugar que tiene el crecimiento conceptual al establecer sus criterios de progresividad científica. Según Lakatos, un programa de investigación es considerado progresivo: a) si parte de su exceso de contenido empírico es corroborado; b) si cada nueva teoría nos lleva al descubrimiento de un nuevo hecho; y, finalmente, c) un programa es considerado progresivo si es tanto teórica como empíricamente progresivo. Es imposible ignorar en esta enumeración de requisitos de progresividad el lugar que se da al desarrollo teórico, o conceptual como lo llama Laudan. En primer lugar, Lakatos sostiene que sólo alguna parte del contenido debe ser corroborada. No existe una sola teoría en la historia de la ciencia que haya corroborado empíricamente todos y cada uno de sus elementos conceptuales o de sus afirmaciones teóricas. Se seleccionan tan sólo algunos elementos que aparecen especialmente relevantes para la corroboración empírica. Lakatos no ignoraba esta característica y lo demuestra al requerir que sólo parte del contenido sea corroborado empíricamente. Lo que es inadmisible para él, es que nada del contenido teórico haya sido o pueda ser corroborado empíricamente, lo cual es muy distinto de lo que Laudan le atribuye. En segundo lugar, Lakatos sugiere como requisito de progresividad que el programa sea al menos teórica, o conceptualmente, progresivo; aunque el ideal es que sea tanto teórica como empíricamente progresivo. Queda claro que el crecimiento conceptual de un programa de investigación tiene lugar reconocido y prioritario en la metodología de Lakatos.

CAPÍTULO Nº 21

El Anarquismo Epistemológico



Paul Feyerabend

21.1. Introducción

Paul Karl Feyerabend nació en Viena, el 13 de enero de 1924 y falleció en Zúrich el 11 de febrero de 1994. Filósofo de la ciencia que a lo largo de su vida ha experimentado una evolución constante (popperiano, antirracionalista, empirista, antiempirista, antipositivista, relativista), siempre con un alto grado de anarquismo y juicio crítico; creador del anarquismo epistemológico. Es uno de los dos autores de la Tesis de la Inconmensurabilidad.

Publicó su primer artículo, que versaba sobre la ilustración en la física moderna, en el que se mostraba en la línea del Círculo de Viena.

En 1975 publica su obra cumbre: *"Contra el método" que* es una crítica de la lógica del método científico racionalista, apoyada en un estudio detallado de episodios claves de la historia de la ciencia. Concluye que la investigación histórica *contradice* que haya un método con **principios inalterables**, que no existe una regla que no se haya roto, lo que indica que la infracción no es accidental sino necesaria para el avance de la ciencia.
Su doctrina filosófica se le conoce con el nombre de **"El anarquismo epistemológico"** que sostiene que no hay reglas metodológicas útiles o libres de excepciones, que rijan el progreso de la ciencia o del desarrollo de los conocimientos. Se sostiene en que la idea de que la ciencia puede o debe funcionar de acuerdo con normas fijas y universales no es realista, sino perniciosa y perjudicial para la ciencia en sí. Su propuesta es una epistemología abierta, a manera de una serie de herramientas de investigación científica adaptables a cada contexto pero no postuladas como leyes inamovibles.

El uso del término anarquismo en el nombre refleja la prescripción del pluralismo metodológico de la teoría; tal como el pretendido método científico no tiene el monopolio de la verdad o de la obtención de resultados útiles, el enfoque pragmático es una actitud de "todo vale" dadaísta hacia las metodologías.

> ***La ciencia es una empresa esencialmente anarquista; el anarquismo teórico es más humanista y más adecuado para estimular el progreso que sus alternativas basadas en la ley y el orden.***

La teoría aboga por el tratamiento de las leyes inamovibles de la ciencia (no la investigación científica en sí) como una ideología, junto con otras, como la religión, la magia y la mitología, y considera el dominio de la ciencia en la sociedad como algo autoritario e injustificado. La promulgación de la teoría hizo ganar a Feyerabend el título de "el peor enemigo de la ciencia" por sus detractores.

21.2. Sobre el método científico

La propuesta de Feyerabend se basa en la observación de que no existe un método científico de identificación único que sea coherente con las prácticas del paradigma del progreso científico - la revolución científica. Se trata de una crítica radical de la historiografía racionalista y empirista que tienden a representar a los héroes de la revolución científica como escrupulosos investigadores que dependen de la investigación empírica. Mientras en la realidad muchas veces, como expone fue el caso de Galileo, se basan más en la retórica, la propaganda y la epistemológica trucada para apoyar sus doctrinas, y que los criterios estéticos, caprichos personales y los factores sociales son mucho más frecuentes que lo que la historiografía dominante permite.

Las leyes de la ciencia como las que postula la física aristotélica o la de Newton son regularmente demostrado no sólo a nivel local ser incorrecta, sino totalmente falso, basándose en suposiciones acerca de las entidades inexistentes. Que el movimiento de Newton a la física aristotélica a la teoría de la relatividad de Einstein es un paradigma del progreso científico y, sin embargo, que cada una a su vez se ha demostrado falsa, ilustra para el anarquista epistemológico que las teorías científicas no corresponden a la "verdad", sino que debe

evaluarse su conveniencia en otros motivos. Feyerabend trazó una comparación entre la manera en que un paradigma científico o reemplazó o triunfó sobre otro, y de la mitología comparativa, en la que los elementos de un mito se adaptan a un nuevo y triunfal sucesor. Feyerabend sostuvo, con Imre Lakatos quien identificó como un compañero anarquista epistemológico, que el problema de demarcación de distinguir por razones objetivas la ciencia de la pseudociencia es irresoluble y, por lo tanto fatal para la idea de la ciencia de acuerdo a un correr fijo y universal de normas.
Además, Feyerabend sostuvo que decidir entre las tendencias científicas en competencia se ve complicada por la inconmensurabilidad de las teorías científicas. Inconmensurabilidad significa que las teorías científicas no pueden conciliarse o sintetizarse porque la interpretación y la práctica de la ciencia siempre es informada por los supuestos teóricos, lo que lleva a los partidarios de las teorías que compiten a usar diferentes términos, que participan en los diferentes juegos de lenguaje -y, por tanto, hablándose unos a otros. Esto para Feyerabend es otra razón por la que la idea de la ciencia como procedimiento de acuerdo a universales, las leyes fijas son a la vez históricamente inexactas.

21.3. El pluralismo metodológico

En el prólogo a la edición castellana de su *Tratado contra el método* (TCM), Feyerabend afirma que uno de los problemas capitales sobre la ciencia es saber cuál es su estructura, cómo se construye y evoluciona.

Aquí es rotundo: *la ciencia no presenta una estructura, no existen unos elementos que se presenten en cada desarrollo científico.* O sea, que *no hay elementos que se den en toda investigación científica y que no aparezcan en otros dominios.* Al tratar de resolver un problema los científicos usan indistintamente un método u otro, no existe una racionalidad que guíe la la investigación científica. Al contrario, el científico hará uso de fuentes muy diversas que le vengan al caso para apoyar su investigación: sugerencias heurísticas, concepciones del mundo, disparates metafísicos, y otros medios muy dispares.

Ya aquí se apunta el problema del método científico, y la conclusión que se sigue es que *no tiene sentido formular de una forma general, cuestiones tales como qué criterio seguiría para preferir una teoría a otra.* Dicho más claro, *la investigación con exito no obedece a estándares generales: ya se apoya en una regla, ya en otra, y no siempre se conocen explícitamente los movimientos que la hacen avanzar.* La consecuencia es drástica: se va a pique cualquier intento de formular una metodología racionalista de la ciencia, y nos encontramos con que *la ciencia se encuentra mucho más cerca de las artes* de lo que nos pensabamos.

Como mantiene Javier Echeverría, entre otros, la idea de un método preciso y común a las ciencias adviene con la modernidad. Recordemos, al margen, que Aristóteles en su Metafísica y en otros tantos escritos no se cansó nunca de repetir que no existe un único método correcto en las ciencias y mucho menos que el hipotético deductivo sea el superior o *más científico*, sino que es el objeto de una ciencia el que determina el método apropiado o correcto en dicha disciplina.

Feyerabend, deudor de las tesis kuhnianas y de la historia de la ciencia, mantendrá que *la idea de un método que contenga principios firmes, inalterables y absolutamente obligatorios que rijan el quehacer científico tropieza con dificultades considerables al ser confrontada con los resultados de la investigación histórica.* Es más, *no hay una sóla regla, por plausible que sea, y por firmemente basada que esté en la epistemología, que no sea infringida en una ocasión o en otra.*

Afirma a continuación que estas infracciones, lejos de ser accidentales, son necesarias para el progreso. La violación de las reglas metodológicas, o incluso adoptar la opuesta son siempre aconsejables en una determinada situación. Así a veces es aconsejable elaborar e introducir hipótesis ad hoc, otras que contradicen resultados experimentales, etc. En suma, *esta práctica liberal es razonable y absolutamente necesaria para el desarrollo del conocimiento.*

Es más, el atomismo antiguo, la revolución copernicana, o la teoría ondulatoria de la luz surgieron de la violación de reglas metodológicas bien asentadas. Con esto se quiere ejemplificar que las revoluciones científicas generalmente han traido con ellas cambios metodológicos importantes, de ahí que *la idea de un método fijo, o la idea de una teoría fija de la racionalidad, descansa sobre una concepción excesivamente ingenua del hombre y de su entorno social.*

Al encontrarse con esto, Feyerabend se cobija en el anarquismo (epistemológico), y más concretamente con el liberalismo anarquista, concebido como un *intento de aumentar la libertad, y el correspondiente intento de descubrir los secretos de la naturaleza y del hombre, por tanto el rechazo de criterios universales y de todas las tradiciones rígidas (*que implicaría *el rechazo de una gran parte de la ciencia contemporánea).*

El anarquista epistemológico se opondrá entonces a todo tipo de restricción de su libertad (en el quehacer científico y metodológico), y mantendrán siempre la abolición de toda ley, obligación o deber. Su actitud será totalmente libre ante el juego científico. No obstante el término anarquista está cargado de connotaciones políticas demasiado pesadas, y además no se encuadra debidamente en lo que Feyerabend quería señalar. De manera que posteriormente preferirá el calificativo de *dadaísta para su metodología: espero,* dice en la introducción (nota 12) de su TCM, *que tras la lectura del presente panfleto, el lector me recuerde como un frívolo dadaísta, y no como un anarquista serio.*

El término dadaísta sin duda es más acertado, lejos de las connotaciones *puritanas* del anarquista, el dadaísta está convencido de que la vida sólo empezará a merecer la pena cuando nos tomemos las cosas a la ligera, cuando eliminemos del lenguaje los significados *putrefactos* acumulados durante siglos. Un dadaísta no sólo no tiene ningún programa, sino que está en contra de todos los programas, e incluso para ser un buen dadaísta se ha de ser también un antidadaísta.

Pues bien, a la vista de todo lo anterior, y tras una minusioso análisis de la historia de la ciencia, Feyerabend afirmará que no hay ninguna regla, por muy fundamental o necesaria que sea para la ciencia, que no haya sido violada. Si ha esto le unimos, como hemos visto anteriormente, que esta continua infracción metodológica es totalmente necesaria para el progreso, se sigue facilmente que *el único principio que no inhibe el progreso es:* ***todo sirve.***

Tal sería el único principio defendible (o sea el único que ha sido respetado universalmente) bajo cualquier circustancia y etapa del desarrollo de la humanidad.

Pero conviene matizar este principio. En Adios a la Razón, advierte que este principio puede leerse de dos maneras muy distintas. Una vendría a decir: *yo (*o sea, Feyerabend*) adopto dicho lema y sugiero que se use como base del pensamiento;* y la otra: *yo no la adopto, pero describo simplemente el destino de un amante de los principios que toma en consideración la historia: el único principio que le queda será el todo sirve.* Feyerabend acusa de *falta de pensamiento claro* a los críticos *irritados, que desgraciadamente no han sido bendecidos con un exceso de inteligencia,* ya que sólo han sabido leer el principio de la primera manera, cuando lo que se decía explícitamente era lo segundo. Y de hecho remite a un pasaje de su TCM donde dice claramente: *mi intención no es sustituir un conjunto de reglas generales por otro conjunto; por el contrario, mi intención es convencer al lector de que todas las metodologías, incluidas las más obvias, tienen sus límites (...) e incluso de la irracionalidad de alguna de las reglas que la metodología considera básicas.* De hecho el argumento de la contrainducción ***es una parte de la crítica de métodos tradicionales, no el punto de partida de una nueva metodología como parecen suponer muchos críticos.***
Por lo tanto para matizar y examinar esta tesis fuerte, Feyerabend tiene que analizar el desarrollo del advenimiento de las teorías científicas, y ello le conduce en primer lugar a otra de sus tesis radicales: **la contrainducción.**

Su exposición comienza con la afirmación de que *se puede hacer avanzar la ciencia procediendo contrainductivamente.* Si partimos de la regla de la contrastación, que mide el éxito de las teorías según el acuerdo entre la teoría y los datos que favorecen a la misma, nos percatamos de que constituye la esencia del empirismo y de las teorías de la confirmación y de la corroboración. Pero si hacemos caso de la contrarregla que nos dice que es aconsejable o necesaria para la ciencia, no sólo ignorar las reglas, sino adoptar las opuestas, debemos pues, introducir y elaborar hipótesis que sean inconsistentes con las teorías y/o hechos bien establecidos, esto es, debemos proceder contrainductivamente (además de inductivamente, señala en su *Contra el Método*). Esto por dos razones:

En primer lugar un científico debe adoptar una metodología pluralista, debiendo comparar sus ideas con otras ideas, en vez de con la experiencia. Dicho de otra menera, *la evidencia relevante para la contrastación de una teoría T a menudo sólo puede ser sacada a la luz con la ayuda de otra teoría T' incompatible con T.*

Y ello porque *el conocimiento no consiste en una serie de teorías autoconsistentes que tiende a convergeren una perspectiva ideal; no consiste en un aceramiento gradual a la verdad. Por el contrario, el conocimiento es un océano, siempre en aumento, de alternativas incompatibles entre sí (y tal vez inconmensurables).*

La segunda contrarregla en favor de la contrainducción viene dada por el hecho de que *no existe una sola teoría interesante que concuerde con todos los hechos de su dominio.*

Aquí habrá que señalar que ninguna experiencia, que ningún experimento está libre de teoría. Es decir, todo enunciado factual está contaminado de una serie de supuestos ontológicos o metodológicos que vician la *vara de medir.* El supuesto empirista, que podemos remontar a la

Metafísica de Aristóteles, de que los sentidos son capaces de ver el mundo tal y como es, estaría (desde esta perspectiva dadaísta) a años luz de acercarse a la verdadera situación del hombre en el mundo.

De acuerdo con Hume, afirma Feyerabend, *las teorías no pueden derivarse de los hechos. El requisisto de aceptar sólo aquellas teorías que se sigan de los hechos nos deja sin ninguna teoría. De aquí que la ciencia, tal y como la conocemos, sólo puede existir si abandonamos este requisito y revisamos nuestra metodología.* Es más: *casi ninguna teoría es consistente con los hechos.*
A la luz de la fisiología, se advierte que la impresión sensorial se da en la medida en que existe un órgano receptor capaz de registrarla. Esto muestra que la impresión es un acto subjetivo, *sin ningún correlato objetivo.* Por otra parte, como ya se ha señalado, el examen histórico nos enseña que toda evidencia está contaminada de supuestos teóricos.

Todo este *carácter histórico-fisiológico de la evidencia,* le permite mantener que *el hecho no describe meramente un estado de cosas objetivo, sino que también expresa un punto de vista subjetivo y mítico que concierne a este estado de cosas, lo que nos obliga a echar una ojeada nueva a la metodología.* Por tanto, *sería extremadamente imprudente dejar que la evidencia juzgue directamente nuestras teorías sin mediación ninguna. Un juicio directo e indiscriminado de las teorías por los hechos está sujeto a eliminar ideas simplemente porque no se ajusten al sistema de alguna cosmología más antigua.*

De todo esto se deduce (como segunda regla contrametodológica) que hay que buscar sistemas conceptuales que choquen con los datos experimentales aceptados, e incluso que propongan nuevas formas de percepción del mundo, hasta entonces ignoradas. Actuando así, se procede contrainductivamente. En lugar de inferir hipótesis y leyes inductivamente a partir de las observaciones contrastadas, el científico progresista actúa a la inversa.

Feyerabend emplea varios capítulos a la tarea de ejemplificar este supuesto mediante el *argumento de la torre.* En semejante análisis (que va desde los capítulos 6 al 16) se tocan además del problema de las interpretaciones naturales (que es lo que ahora viene al caso), el problema de la irracionalidad en la ciencia, y el de la inconmensurabilidad entre las teorías, que serán desarrollados en epígrafes separados.

En cuanto al tema de la contrastación de las teorías, que como hemos visto hace proponer a la epistemología dadaísta las reglas contrainductivas, se dedica el análisis histórico del argumento de la torre que emplearon los aristotélicos para refutar las teorías copernicanas.

Este argumento involucra, en palabras del propio Feyerabend, *interpretaciones naturales,* que servirán para ilustrar tanto la tesis del <<todo vale>>, como de la necesidad de proceder contrainductivamente como requisito necesario para el progreso científico.

Repetimos: la naturaleza del fenómeno es apariencia más enunciado. No se trataría de dos actos distintos, uno consistente en una evidencia, un dato objetivo, y otro en su expresión mediante un lenguaje observacional que implicaría cierta cosmología, sino de un sólo acto. Esta unidad sería el resultado de un proceso de aprendizaje que daría forma al fenómeno,

dando la impresión de que los hechos hablan por sí mismos. Pero como ya hemos advertido, eso no es cierto ya que *los fenómenos son lo que los enunciados afirman que son.*

En consecuencia, estas operaciones mentales que están tan conectadas a las sensaciones serán lo que Feyerabend llamará *interpretaciones naturales.* Es más, hablando en boca de Galileo, éstas serían necesarias ya que los sentidos por sí solos sin la ayuda de la razón no pueden darnos una descripción verdadera de la naturaleza. Y lo que es todavía más rotundo, es imposible eliminar, ni siquiera parcialmente, el manojo de las interpretaciones naturales.

Luego la única manera de eliminar un determinado punto de vista del dominio de la observación, es proceder contrainductivamente y emplear otras interpretaciones *y ver lo que pasa.* Y precisamente esto es lo que ocurrió con la discusión entre Galileo y los aristotélicos, ya que este introdujo un nuevo lenguaje observacional, que le permitió reinterpretar las observaciones y llevarselas a su terreno. Creo que no hace falta decir que gracias a este proceso contrainductivo hubo cierto progreso.

Por si queda alguna duda, para Feyerabend, el procedimiento de Galileo es totalmente legítimo. *Entonces es completamente razonable introducir lenguajes observacionales alternativos y compararlos, tanto con el idioma original como con la teoría bajo examen. Procediendo de esta forma podemos estar seguros de que la comparación es correcta.*

Pero acabar aquí el análisis histórico, y mantener que la teoría heliocentrica salió adelante gracias, tan solo, al proceso contrainductivo es dejar las cosas a medias. Si Galileo tuvo éxito fue gracias a que utilizó la propaganda y otros trucos. Con esto entramos con la crítica de la racionalidad.

21.3. La oposición a la razón como fuente de progreso

Comencemos por el problema de la **'adhoccidad'.** Para la mayoría de los filósofos de la ciencia (como Popper y Lakatos), sostener y aceptar teorías ad hoc resulta siempre irracional. Es habitual sostener, dice Feyerabend, que los buenos científicos deben rehusar a hacer hipótesis de tal tipo. No obstante mantienen que es necesario que éstas se insinúen de vez en cuando, aunque haya que oponerse a ellas y mantenerlas bajo control (Popper), o que la adhoccidad ni es despreciable ni está ausente del juego científico (Lakatos). Ambos coinciden en las nuevas ideas, al ir más allá de la evidencia disponible, son comunmente ad hoc e incluso
, dice Lakatos, no puede ser de otra forma.

Para Lakatos, *los científicos que defienden una teoría siempre tratan de preservar de la refutación a su centro firme, y para ello construyen en su torno un cinturón protector de hipótesis auxiliares, cambios de significado de los términos, etc. Esta actitud en algunos casos puede ser perfectamente racional.*

Feyerabend, tras el análisis histórico, añade que se puede dar total apoyo a Lakatos sin ninguna ambigüedad. Yo me permitiría añadir, que podría existir una diferencia entre ambos planteamientos, en la cita anterior, salvo que Javier Echeverría quiera engañarnos, cosa que dudo, Lakatos estaría (cerca del planteamiento de Laudan, aunque desde otra perspectiva)

dispuesto a permitir cierta racionalidad en la adhocidad. Por el contrario Feyerabend no puede admitir esto, ya que el problema de las hipótesis ad hoc es uno de los frentes de batalla para postular su oposición a la razón como fuente de progreso.
Elucubraciones aparte, lo que sostiene Feyerabend es que la adhocidad es mirada con malos ojos por la mayoría de los epistemólogos racionalistas, mientras que el cree que es una buena estrategia liberadora, estimulante y progresista, y que *ya que no se puede evitar ser ad hoc es mejor serlo respecto a una teoría nueva.*

De hecho el análisis histórico nos muestra que Galileo usó hipótesis ad hoc para salirse con la suya y convertir el argumento de la torre de una refutación de Copérnico a una confirmación.

Pero los métodos que utiliza Galileo para imponer sus ideas no se limitan al uso de la adhocidad, sino que pasa por un elenco de **medios irracionales,** tales como la propaganda, la persuación, o la utilización de una lengua vulgar (el italiano) en vez del latín para sus escritos.

El copernicanismo estaba amenazado por eventos observables, pero Galileo, sin tapujos, *para eliminar el peligro introdujo obstáculos con la ayuda de hipótesis ad hoc, considerándolas como tendencias definidas por la obvia discrepancia que existe entre hechos y teoría. (...) las refutaciones se hicieron ineficaces por medio de hipótesis ad hoc y de hábiles técnicas de persuasión.*

Pero este no es el caso tan sólo de Galileo, sino que la historia de la ciencia nos hace generalizar y afirmar que *la lealtad a las nuevas ideas tendrá que conseguirse por medios irracionales tales como la propaganda, sensibilidad, hipótesis ad hoc y apelación a los prejuicios de todas clases. Necesitamos estos medios irracionales para defender lo que no es otra cosa que una fé ciega, hasta que hayamos descubierto las ciencias auxiliares, los hechos, los argumentos que conviertan la fe en puro conocimiento.*

Por lo tanto el progreso en la ciencia surge gracias a que *la razón es dejada de lado.*
Pero yendo más allá, la argumentación necesaria para desarrollar esta tesis, muestra que es aconsejable **suprimir la distinción entre contexto de descubrimiento y contexto de justificación y prescindir de la distinción afín entre términos observacionales y términos teóricos.** Ya que *ninguna de estas distinciones desempeña papel alguno en la práctica científica.*

Como hemos visto la fase de descubrimiento puede ser, y a menudo lo es, irracional, e incluso estar en oposición a las reconstrucciones racionales que suelen hacer los epistemólogos. El pluralismo metodológico nos muestra que el descubrimiento científico no está sujeto a un método fijo y en cambio sí está fundamentado en un elenco de creencias y esperanzas. Por otra parte la ciencia sólo puede existir si se emplean estas artimañas y se deja de lado la razón (o el contexto de justificación). De manera que a la vista de las cosas la distinción debe ser abandonada.

De la misma manera la distinción entre términos observacionales y términos teóricos ha de ser rechazada a la luz del análisis que se ha llevado a cabo. Ya ha quedado claro que *el aprendizaje no va desde la observación a la teoría sino que implica ambos elementos.* De ahí que tanto las teorías como las observaciones pueden ser rechazadas, las teorías por estar en

conflicto con las observaciones, pero también las observaciones pueden ser abandonadas por razones teóricas. *La experiencia surge siempre junto con las suposiciones teóricas, no antes que ellas, y una experiencia sin teoría es tan incomprensible como lo es una teoría sin experiencia,* y continua, *eliminad parte del conocimiento teórico de un sujeto inteligente y tendreis una persona completamente desorientada e incapaz de realizar la acción más simple.*

Pues bien, con todo esto queda seriamente tocada cualquier consideración meramente racional de la empresa científica, y por si fuera poco, con esta última tesis sobre la percepción y su ligazón al esquema conceptual se abre el camino al problema de la inconmensurabilidad, uno de los puntos más importantes de su crítica a la metodología racionalista de la ciencia.

21.4. La inconmensurabilidad de las teorías científicas

Comencemos por el principio. El término inconmensurabilidad quiere decir, literalmente, *imposibilidad de relacionar con la misma medida magnitudes diversas. En filosofía de la ciencia, se refiere a la afirmación de que no es posible establecer relaciones y comparaciones entre diversas teorías científicas -sean producto de la evolución del conocimiento científico, sean simples teorías rivales- para decidir cúal de ellas es más verosimil, o para reducirlas o traducirlas unas a otras, cuando se presenten como maneras de hablar distintas acerca de lo mismo.*

Pues bien, *quienes se niegan a admitir,* comenta Echeverría, *que los científicos usan teorías inconmensurables lo hacen para mantener el primado de la razón en la actividad científica. Y si bien Feyerabend no negó que la ciencia tenga componenete racionales, en cambio no aceptó que la ciencia sea sólo racional.*

Como sabemos el TCM es un extenso diálogo entre Lakatos y el propio Feyerabend, el apéndice 3 da buena cuenta de ello y del intento de Lakatos por mantener o restaurar la racionalidad en la actividad científica, no obstante el anarquismo epistemológico intenta desterrar por varias vías esta concepción racionalista. Uno de estos caminos es el de la inconmensurabilidad, que Feyerabend manifiesta al final de dico apéndice: *el fenómeno de la inconmensurabilidad en mi opinión plantea problemas a todas las teorías de la racionalidad, incluida la metodología de programas de investigación. La metodología de programas de investigación asume que las teorías rivales y los programas de investigación rivales pueden compararse siempre haciendo referencia a su contenido.*

El fenómeno de la inconmensurabilidad parece implicar que éste no es el caso.
Las tesis de la inconmensurabilidad de las teorías científicas fue formulada por Kuhn y Feyerabend el mismo año de 1962, y ya contaba con antecedentes históricos como las tesis de Duhem, recupèrada por Quine, sobre la imposibilidad de someter a contrastación hipótesis aisladas; las tesis de la carga teórica de toda observación (aceptadas por Popper y Hanson); y sobre todo las tesis de Quine sobre la indeterminación de la traducción y la inescrutabilidad de la referencia.

No obstante Kuhn y Feyerabend usaron el término de la inconmensurabilidad con independencia, el primero lo aplicaba a los problemas, métodos y normas científicas, mientras que el segundo hacía de él *un uso más restringido (lo aplicaba sólo al lenguaje), a la vez que*

más radical (afectaba a todos los términos primitivos de las teorías rivales, y no sólo a unos pocos.

Existe un telón de fondo que lleva a ambos a mantener esta tesis. Se trata de que ambos se consideran relativistas epistemológicos en el sentido de niegan que exista una verdad externa a la que los conceptos y teorías científicas se acerquen cada vez más. No se trata de negar el progreso, se trata de negar que existan verdades universales independientemente de la apreciación del sujeto. La inconmensurabilidad se trataría entonces en un fuerte ataque contra el realismo, adoptando una *concepción relativista de la verdad en la que esta sólo adquiere sentido dentro de cada uno de esos marcos conceptuales.*

De hecho, para fundamentar su tesis de la inconmensurabilidad, Feyerabend remite a la hipótesis Sapir-Whorf y a la psicogénesis piagetiana. Trabajos consagrados que recalcan la relatividad de la conceptualización de la experiencia del mundo según la cultura, que crea conceptos y concepciones del mundo inconmensurables (Whorf) y las estructuras lógicas (y prelógicas) del desarrollo de la inteligencia (Piaget).

En particular, el trabajo de Whorf muestra que *la gramática de los lenguajes contiene una cosmología, una concepción comprehensiva del mundo, de la sociedad y de la situción humana.* Pues de la misma manera en que los lenguajes naturales *no se limitan a reproducir ideas o eventos, sino que conforman los hechos y los estados de cosas, también las teorías científicas conllevan concepciones del mundo. Por eso mismo hay inconmensurabilidad entre ellas, en el sentido de que no pueden ser interrelacionadas por medio de las relaciones lógicas ususales: inclusión, exclusión, solapamiento, etc. También las percepciones pueden ser inconmensurables entre sí* (como muestra la gestalt).

Con esto tocamos un punto crucial ya que en una obra posterior a su TCM, quizá para distanciarse del sentido de inconmensurabilidad dado por Kuhn, quizá para suavizar su propia tesis, manifiesta que *al usar el término inconmensurable siempre quiso decir desconexión deductiva y nada más.* Lo cual no deja de ser algo casi trivial. No obstante aquí señalaremos sus primeras definiciones de la inconmensurabilidad, sin los matices posteriores.

En TCM expone tres tesis sobre la inconmensurabilidad (pág. 267, 269 y 270):

i) La primera tesis es que existen sistemas de pensamiento (acción, representación) que son inconmensurables.
Se trata de una tesis histórica (antropológica) que debe apoyarse en evidencia histórica (antropológica).

ii) El desarrollo de la percepción y del pensamiento en el individuo pasa por etapas que son inconmensurables entre sí.

iii) Mi tercera tesis afirma que los puntos de vista sobre materias básicas, son a menudo tan diferentes unos de otros como lo son las ideologías subyacentes a las distintas culturas. Más aún: existen teorías científicas que son mutuamente inconmensurables aunque en apariencia se ocupen del mismo objeto. No todas las teorías rivales tienen esta propiedad y aquellas que tienen la propiedad, sólo la tienen mientras sean interpretadas de una

forma especial, por ejemplo, sin hacer referencia a un lenguaje de observación independiente.

Este es en grosso modo el sentido de inconmensurabilidad entre teorías que defiende Feyerabend en su TCM. Ejemplos de teorías inconmensurables entre sí serían el materialismo frente al dualismo mente/cuerpo o la teoría cuántica frente a la mecánica clásica.

21.5. La crítica del criterio de demarcación

Frente al demarcacionismo, Feyerabend trató de aproximar el conocimiento científico a otras formas del saber. *La ciencia,* comenta, *es mucho más semejante al mito que cualquier filosofía científica está dispuesta a reconocer. La ciencia constituye una de las formas de pensamiento desarrolladas por el hombre, pero no necesariamente la mejor.*

La ciencia posee un completo sistema de creencias que son defendidos a capa y espada por los científicos adscritos a ese paradigma. Es más, como hemos visto hasta ahora la ausencia de un método científico es la norma (pluralismo metodológico), y en la práctica científica el progreso acaece gracias a métodos irracionales y acientíficos (todo sirve). De manera que la ciencia es un mito, un dogma al que un científico se aferra, es más *el dogmatismo desempeña una función importante. La ciencia sería imposible sin él.*

Por tanto como toda secta o religión, sus aférrimos creyentes creen en *su ciencia* por encima de todas las cosas. No se trata de que la ciencia sea el mejor tipo de conocimiento dotado con el mejor método, sino que los científicos o *los sectarios cientificistas* creen que es el modo más elevado de conocimiento, porque así han sido adoctrinados.

Así pues la ciencia se ha impuesto por la fuerza y no por el convencimiento. La ciencia no sería más que una ideología, y como tal ha de ser tratada. Así pues, si en una sociedad democrática la separación Estado-Iglesia es un hecho, debe complementarse con la separación entre Ciencia y Estado.

Mientras un americano puede elegir hoy la religión que prefiera, todavía no le está permitido exigir que sus hijos aprendan en la escuela magia en lugar de ciencia. Existe una separación entre estado e iglesia, pero no separación entre estado y ciencia.

Otra vez más, la historia nos muestra un exceso de racionalismo, y esta vez viene de la mano del criterio de demarcación. En numerosas ocaciones la ciencia ha adoptado métodos, conocimientos, etc. de saberes considerados como pseudocientíficos. Así, la astrología sacó provecho del pitagorismo, y la medicina actual de la antigua medicina china (acupuntura, diagnóstico por el iris, etc.).

Combinando esta observación con la idea de que la ciencia no posee ningún método particular, llegamos a la conclusión de que la separación de ciencia y no ciencia no sólo es artificial, sino que va en prejuicio del avance del conocimiento.

Así acaba prácticamente el Tratado contra el método, no sin antes lanzar una última exclamación, claro que exagerada también para que no desentone con el resto de la obra: *liberemos a la sociedad de la sofocante custodia de una ciencia ideológicamente petrificada.* Sobran comentarios.

CAPÍTULO Nº 22

Las concepciones Realista y Anti-realistas de la ciencia

22.1 Introducción

La epistemología estudia la justificación del conocimiento científico como tal, y el carácter de los procedimientos y pruebas que utiliza para este efecto. La ontología, en cambio, se ocupa del análisis del _objeto' del conocimiento científico, es decir, de lo que es el mundo. Pero no resulta fácil este estudio, pues se presenta al hombre a través de la complejidad de la percepción y del entramado cognitivo que ordena, relaciona y permite su comprensión. Los filósofos de la ciencia ante estas dificultades fluctúan entre dos posiciones antagónicas: el realismo y el antirrealismo.

El realismo extremo toma una actitud más bien _ingenua', acepta al mundo como dado y como objeto directo del estudio científico; en el lenguaje de las teorías científicas confirmadas, los entes teoréticos se refieren a entidades realmente existentes, por lo que se les considera como verdaderas (o aproximadamente verdaderas). Esta posición no es fácil de defender, la simple historia de la ciencia muestra la caducidad de las teorías y el constante cambio de la imagen física del la naturaleza.

Tampoco resulta sencillo defender el antirrealismo o idealismo global, para el cual la observación como ventana al mundo, está concebida primariamente como dada en un lenguaje significativo cargado del sentido que le otorgan, el uso, los conceptos y las teorías; la tesis de esta concepción es que lo que existe primariamente es la mente y
sus productos, la experiencia observacional existe en la mente. Thomas Kuhn (1) al publicar The Structure of Scientific Revolutions, incluyendo comentarios como: —La noción de una correspondencia entre la ontología de una teoría y su contraparte _real' en la naturaleza, me parece ahora, elusiva en principio‖ (pág. 206), abre una
avenida para el desarrollo de gran variedad de construccionismos epistemológicos antirrealistas de carácter global.

Para el idealismo, especialmente el antirrealismo global, el éxito de la ciencia moderna en el manejo y el cambio del mundo es un desafío difícil de explicar. Por esto el idealismo, en general, se matiza, limitándose a señalar que la realidad del mundo depende del conocimiento que el ser humano logre de ella.

Muchos filósofos aceptan la realidad de las entidades mostradas por la experimentación, pero rechazan las teorías generales irreductibles a los datos observacionales; a estos términos teóricos solo les conceden un carácter instrumental, son esquemas mentales que ordenan y

clasifican la experiencia, y pueden guiar las investigaciones futuras, e, incluso, pueden predecir nuevos fenómenos -aunque los realistas preguntan cómo una teoría puede predecir la ocurrencia de un acontecimiento natural si no refleja de algún modo la realidad del mundo.

El realismo como doctrina filosófica sostienen que:

1. El mundo real existe por sí mismo, independientemente de que se le perciba o no.
2. Es posible conocer el mundo real aunque gradualmente y por aproximaciones Sucesivas antes que exhaustivamente y de una sola vez (realismo crítico).
3. Todo lo que ocurre (suceso, evento) tiene su causa.
4. El comportamiento del universo es constante en el tiempo.

El realismo científico proclama que:

a. Las entidades descritas en las teorías científicas, tienen existencia autónoma (realismo ingenuo) o se presume que tienen existencia autónoma (realismo crítico).
b. Las teorías son objetivamente verdaderas (aunque de manera aproximada).
c. El conocimiento de un objeto concreto se alcanza conjuntamente mediante la teoría y el experimento, ninguno de los cuales puede pronunciar veredicto final sobre nada.
d. El conocimiento adquirido es hipotético por lo que es corregible y no final.
e. Las teorías, en el largo plazo, tienden a incrementar nuestro –stock‖ de conocimiento.
f. El realismo científico considera a la ciencia como una manera de incrementar nuestro conocimiento acerca de la realidad y espera que, al final, pueda conducirnos al descubrimiento de las entidades o elementos de los que está hecha la realidad y las leyes a las que obedecen. En su forma extrema, al realismo se conoce como –realismo ingenuo‖.

Para el científico realista no hay una distinción nítida entre conocimiento teórico y conocimiento experimental. Las leyes de Newton son una realidad; pueden ser confirmadas por el experimento lo mismo que la existencia de los átomos o la curvatura de la tierra.

La ciencia tiene como meta la verdad. Las teorías y modelos nos dicen como el mundo realmente es, y los lenguajes en los que las teorías científicas son elaboradas y expresadas deben ser interpretados literalmente, es decir, que los términos y conceptos utilizados en el lenguaje deben ser entendidos como referentes o descriptores de entidades realmente existentes del mundo que deben ser evaluadas en función de su veracidad o falsedad. En otros términos, la corriente realista sostiene que la aceptación de una teoría implica necesariamente creer que dicha teoría es verdadera.

Los científicos anti-realistas atribuyen importancia primaria a la distinción observacional-no observacional. En ésta visión la ciencia tiene que dar verdadera cuenta de lo que es observable que es lo que necesitamos creer como verdad.

Lo que la ciencia está comprometida a decirnos acerca del mundo no observable es solamente instrumental y esta parte de la historia científica acerca del mundo, debería ser simplemente *aceptada pero no creída.*

Supongamos que tenemos un cuerpo dado de evidencia empírica; por ejemplo, datos de estudios observacionales de fumadores. Lo que los datos sugieren es que la tasa de muerte por cáncer al pulmón entre los fumadores, comparada con la de los no fumadores es de casi 9 a 1.5. Además, la tasa se incrementa linealmente con el número de cigarrillos fumados por día. Una explicación de la evidencia es: fumar produce cáncer al pulmón. Pero sin lugar a duda, hay más explicaciones disponibles. Por ejemplo, podría ser que la tendencia a fumar y el contraer cáncer al pulmón, son causalmente independientes, aunque estén estadísticamente asociados, porque ambos son un efecto de un factor genético.

Los anti-realistas enfatizarían que éstas dos explicaciones alternativas, son empíricamente adecuadas (ambas encajan igualmente bien con los datos) de modo que la selección de una de ellas se dirige hacia otras virtudes que no tiene nada que ver con su verdad o falsedad. Lo que puede contar para elegir una u otra alternativa es la simplicidad, nivel de información o algún otro valor pragmático.

22.2. El realismo científico

El realismo científico, sostiene la existencia de una realidad objetiva, independiente de la percepción subjetiva del ser humano. El mundo existe en sí mismo, con independencia de la mente humana, pero es también algo real con lo que el sujeto entra en interacción causal y cognoscitiva (Diéguez, 1998, p. 12). La ciencia entonces tiene por objetivo principal conocer esa realidad, describirla y explicarla (y también en ocasiones predecirla).

Podemos notar claramente esta presuposición del realismo científico, de que existe una realidad totalmente objetiva, independientemente de la conciencia humana y también de que es posible llegar a conocerla sin mediaciones subjetivas por parte del individuo.

Desde esta perspectiva supone además que la ciencia se acerca cada vez más a la verdad, principalmente gracias al método científico. Y es que los avances científicos y las nuevas teorías son en gran medida mejores que las anteriores. Sus aplicaciones prácticas también suelen resultar más eficaces y eficientes. El problema para ello se encuentra en que no se puede saber cual es la verdad o la realidad a ciencia cierta. De cualquier forma se estipula que aunque quizá sea imposible llegar a ella en su totalidad, la ciencia sigue avanzando en esta dirección -en la medida en que consigue obtener una información crecientemente verosímil sobre la realidadl. (Niiniluoto, citado por Diéguez, 1998, p. 2)

Para el realismo científico la realidad se va conociendo a través del método científico. Cada ciencia se encarga de conocer los aspectos que le interesan sobre esta realidad, por lo que se va construyendo esta realidad por -partes‖.

De cualquier forma, el hecho de que el conocimiento se adquiera mediante el método científico, esto no es un paso definitivo hacia su aceptación colectiva y con ello algo que puede pasar a formar inmediatamente parte de la realidad social.

El realismo científico no es una teoría científica, sino más bien una corriente filosófica sobre la ciencia y la manera en que esta busca construir la realidad mediante el método científico y gran parte de la discusión se centra en la verdad objetiva. La forma en saber si la ciencia realmente se acerca a ella y cómo medir su progreso.

22.3. Principios descriptivos del realismo científico (según M.Bunge)

1. El mundo existe en sí (por sí mismo), o sea, haya o no sujetos cognoscentes.
2. Podemos llegar a conocer el mundo, aunque sólo sea en parte, imperfectamente, y de a poco.
3. Todo sujeto cognoscente es un animal dotado de un sistema nervioso central plástico, o sea, cuya conectividad varía con el tiempo...
4. Todo acto cognoscitivo es un proceso que ocurre en el sistema nervioso de algún animal.
5. El conocimiento es aprendizaje.
6. El aprendizaje es la formación de nuevas conexiones interneurales, o sea, la emergencia de nuevos psicones (o asambleas de neuronas conectadas entre sí de manera variable en el tiempo)
7. Todas las facultades cognoscitivas se desarrollan a lo largo de la vida y son el resultado de un largo proceso evolutivo.
8. Los cerebros humanos pueden conocer solamente objetos de dos clases: entes materiales y objetos conceptuales.
9. Algunos constructor derivan de preceptos, y otros son inventados.
10. No hay manera de observar con toda exactitud todos los aspectos de todos los hechos.
11. Hay diversas maneras de conocer: por la percepción, la concepción y la acción, y en muchas investigaciones se combinan estos modos diversos de conocer.
12. Todo conocimiento de hechos consiste en, o contiene en algún punto a, alguna observación directa.
13. La observación indirecta (que hace uso de teorías o hipótesis) proporciona un conocimiento más amplio y profundo que la observación directa.
14. El conocimiento de hecho se resume en parte en generalizaciones inductivas (basadas en experiencia), y en parte en hipótesis que no incluyen conceptos empíricos.
15. Toda sociedad impone algunos límites- culturales, políticos o económicos- a la investigación.
16. El conocimiento puede serlo de particularidades o de pautas.
17. El conocimiento de pautas puede condensarse en hipótesis y teorías.
18. Las hipótesis y teorías más profundas son las que involucran mecanismos de algún tipo.
19. El núcleo de todo campo avanzado de investigación fáctica (de hechos) es un conjunto de leyes (o, mejor dicho, de enunciados legales que, presumiblemente, representan pautas objetivas)
20. Todo cuerpo de hipótesis puede sistematizarse en forma de teoría, y toda teoría puede organizarse bien (axiomatizarse)
21. Toda teoría propiamente dicha- o sea, todo sistema hipotético-deductivo- enriquecida con hipótesis subsidiarias y datos, puede predecir; pero sólo las teorías mecanísmicas (que describen mecanismos posibles de la producción de hechos) pueden explicar.

22. Toda teoría fáctica es una representación parcial (global o detallada, verdadera o falsa en alguna medida) de objetos supuestamente reales.
23. La contrastación empírica de una teoría fáctica involucra hipótesis que relacionan inobservables con indicadores observables o síntomas.
24. Solamente las teorías capaces de hacer predicciones son empíricamente comprobables.
25. Todo campo de investigación está caracterizado por una visión general, un trasfondo (o conjunto de conocimientos que no se cuestionan en el campo dado aunque sean revisables en otros campos), una problemática, metas y métodos propios, y una comunidad de investigadores.

22.4. Las modalidades del realismo

El realismo científico se ha convertido en las dos últimas décadas en uno de los temas más discutidos en la filosofía de la ciencia y, sin embargo, no parece haber siquiera un acuerdo mínimo sobre qué es lo que debe entenderse bajo dicha denominación. Defensores y detractores efectúan a veces afirmaciones tan diferentes de lo que el realismo científico cabalmente propone, que el diálogo entre ellos pierde a menudo todo su sentido. Pese a la imposibilidad de encontrar una caracterización que pueda satisfacer a todos, el realismo científico, en sus diferentes variantes, ha intentado responder fundamentalmente a la siguiente pregunta: **¿Cuál es la relación que guardan nuestras teorías científicas y el mundo?** Esto, por lo pronto, marca ya una diferencia notable entre el realismo científico y el realismo metafísico tradicional. En efecto, no se trata de dilucidar la naturaleza ontológica del mundo, ni su carácter primario o independiente frente al espíritu o la mente; se trata más bien de averiguar cuál es la mejor manera de interpretar las teorías científicas a la luz de los objetivos y los resultados alcanzados por la ciencia a lo largo de su historia, bien que para ello sea necesario presuponer ciertas condiciones en el mundo y en nuestro acceso cognitivo a él.

Para responder a esta cuestión, los defensores del realismo científico han desplegado argumentos diversos que ponen de manifiesto el grado mayor o menor de compromiso que cada uno de ellos mantiene sobre los aspectos particulares en que ésta ha sido analizada. En un intento de recoger, aunque sólo sea parcialmente, estos matices diferenciales, y sin ánimo de ser exhaustivo en un asunto que no lo permite, propongo desglosar el realismo científico en cinco tesis principales:

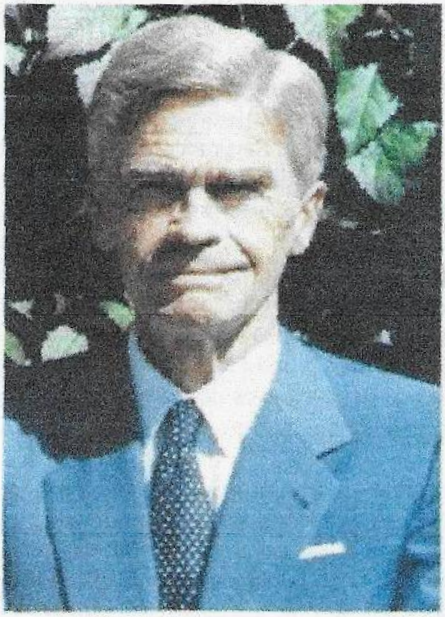
1) ***Realismo ontológico***. Las entidades teóricas postuladas por las teorías científicas bien establecidas existen (aunque pueda haber excepciones ocasionales).
Dicho en otras palabras: los términos teóricos típicamente se refieren a entidades reales. Al realismo ontológico se oponen el *instrumentalismo sobre entidades* (las entidades teóricas son meros recursos predictivos) y el *constructivismo social* (las entidades teóricas son construidas socialmente).

Al respecto, M.Bunge sostiene que el mundo exterior a la mente del sujeto existe por sí mismo y distingue entre las cosas (objetos reales o concretos) y lo que a ellas les acontece (hechos), por un lado, y las ideas (objetos conceptuales) entre las que se cuentan los datos, hipótesis, modelos y teorías científicas que tratan acerca de los hechos, por otro. Bunge, aclara que la ciencia no prueba la existencia de la realidad, sino que, y lo considera más importante aún, la

da por supuesta. Por un lado, están los argumentos que podríamos llamar generales, por otro, los provenientes de las ciencias particulares. De los primeros, dice, el más difundido es el del éxito de la ciencia y la tecnología. Ambos tipos de éxito (uno gnoseológico y otro pragmático) constituyen un indicio de que -allí fuera- hay algo más que nuestras ideas, pero la posibilidad de percibir o manipular los objetos que nos rodean, no nos ofrecen argumentos convincentes contra el antirrealismo. El argumento general más importante, afirma Bunge, tal vez sea el que ve en el error un indicador de la existencia de un mundo independiente. La razón que ofrece es que un subjetivista podría explicar fácilmente por qué los científicos aciertan: porque construyen el mundo (fenoménico). En cambio, ¿cómo explicará un subjetivista las discrepancias entre las teorías o hipótesis y los datos?. Los argumentos de las ciencias particulares provienen de cuatro campos: física, biología, neurociencia cognitiva e historia. La física muestra la existencia de cosas concretas porque todas sus leyes fundamentales, entre ellas la segunda ley del movimiento de Newton, son invariantes respecto de ciertos cambios en el marco de referencia. En particular, un cambio de observador no modifica la descripción que ofrece la ley. La biología apoya al realismo al afirmar que todo organismo necesita nutrientes y energía (externos) para subsistir y desarrollarse y comenta Bunge que eso incluye —a las bacterias y los filósofos subjetivistas—. El argumento neurocientífico se basa en el descubrimiento de que el cerebro necesita estímulos externos para desarrollarse normalmente, tal como han mostrado experimentalmente los premios Nobel Hubel y Wiesel. Finalmente, el argumento que surge de la historia es el siguiente. Las ciencias históricas dan por sentado el pasado, es decir y suponen que su estudio no permite modificarlo.

2) ***Realismo epistemológico***. Las teorías científicas nos proporcionan un conocimiento adecuado, aunque perfectible, de la realidad tal como ésta es con independencia de nuestros procesos cognitivos. Al realismo epistemológico se oponen el *fenomenismo* (las teorías científicas sólo tratan de fenómenos observables) y el *idealismo epistemológico* (las teorías científicas versan sobre una realidad hecha por la mente).
Sobre esta modalidad de realismo M, Bunge afirma:

El conocimiento científico no es directo. La razón de ello es que las teorías científicas (una vez interpretadas) se refieren de manera inmediata a un modelo idealizado del sistema cuyo comportamiento se pretende describir, explicar y predecir, no a la realidad. Las teorías sólo se refieren de manera mediata o indirecta a los hechos. Así pues, en ecología, el modelo de Lotka-Volterra describe el comportamiento de un sistema de dos especies (competidoras o predador y presa) en un entorno constante, lo cual constituye una idealización. Los sistemas ecológicos son mucho más complejos que lo supuesto por el modelo y, por lo general, en ellos el entorno dista de ser constante. De modo semejante, una importante parte de la realidad estudiada por las ciencias es inobservable, ya sea por nuestras limitaciones tecnológicas actuales o en principio. El paleontólogo, por ejemplo, nunca ve los animales extinguidos que estudia, por no mencionar su comportamiento. Sólo tiene contacto directo con algunos fósiles y otros vestigios. Tanto la anatomía como la fisiología y el comportamiento de los organismos paleobiológicos tienen que ser reconstruidos por medio de una compleja trama epistémica en la que se entretejen el conocimiento previo, la experiencia, la razón y la imaginación de los investigadores.



Mario Bunge (Buenos Aires, Argentina, 21 de septiembre de 1919) es un físico, filósofo de la ciencia y humanista argentino; **defensor del realismo científico** y de la filosofía exacta. Es conocido por expresar públicamente su postura contraria a las pseudociencias, entre las que incluye al psicoanálisis,la homeopatía, la microeconomía neoclásica (u ortodoxa) entre otras.

Bunge distingue tres matices de realismo, uno ingenuo, otro crítico y uno científico. El realismo bungeano es de este último tipo.

Según Bunge, la ciencia describe y explica (a) aspectos seleccionados de los hechos que le interesan y (b) lo hace *de manera simbólica* (no pictórica). Para esta tarea resultan fundamentales las teorías científicas, que no se refieren a los hechos reales directamente, sino que lo hacen de una manera elíptica, indirecta, puesto que siempre hay de por medio un modelo más o menos idealizado de esos hechos. En resumen, el realismo científico es tal porque consigue "captar" ciertos aspectos objetivos de la realidad que nos rodea.

3) ***Realismo teórico***. Las teorías científicas son susceptibles de verdad o falsedad. Al realismo teórico se opone el *instrumentalismo teórico* (las teorías científicas son instrumentos de cálculo, útiles o inútiles, empíricamente adecuadas o inadecuadas, pero no verdaderas o falsas).

4) ***Realismo semántico***. Las teorías científicas son verdaderas o falsas en función de su correspondencia con la realidad. Al realismo semántico se oponen el *pragmatismo* (la verdad o falsedad de las teorías han de entenderse en relación con las actividades cognitivas humanas), el *coherentismo* (la verdad o la falsedad de las teorías no significa otra cosa que su coherencia con un sistema previamente aceptado de creencias o de teorías) y el *relativismo* (la verdad o la falsedad de las teorías son relativas a los contextos en los que éstas surgen).

5) ***Realismo progresivo***. La ciencia progresa teniendo como meta la verdad. Las nuevas teorías contienen más verdad y/o menos falsedad que las anteriores. Al realismo progresivo se opone lo que, a falta de nombre mejor, cabe llamar *antirrealismo sobre el progreso* (el progreso en la ciencia no puede ser establecido como un acercamiento creciente a la verdad).1

Estas cinco tesis no tienen por qué ser aceptadas conjuntamente y, de hecho, sólo la filosofía de algunos realistas fuertes como Karl Popper y Mario Bunge encajaría con todas. Lo más frecuente es que los defensores del realismo asuman sólo algunas de ellas, como es el caso de Ian Hacking o de Ronald Giere, o que si las aceptan en su totalidad, lo hagan de forma muy

matizada, como sucede con Ilkka Niiniluoto. No obstante, no todas las combinaciones parecen posibles. Entre estas tesis realistas existen relaciones de orden que obligan a aceptar algunas si es que se aceptan otras determinadas. Así por ejemplo, el realismo epistemológico presupone el realismo ontológico.

No tiene sentido creer que las teorías científicas nos proporcionan un conocimiento adecuado (aunque perfectible) de la realidad tal y como es en sí misma y, al mismo tiempo, negar una referencia objetiva a todos los términos teóricos de cualquier teoría. Sería incoherente sostener que la teoría de la relatividad nos dice algo sobre el modo en que realmente está constituido el Universo mientras que se niega la existencia real de referentes para términos como espacio-tiempo, masa, energía, etc. Sin embargo, esta relación no se da a la inversa. El realismo ontológico no exige la aceptación del realismo epistemológico. Es posible pensar que los términos teóricos tienen una contrapartida real que los hace ser algo más que instrumentos de cálculo –contrapartida a la cual se refieren cuando son utilizados por los científicos–, y considerar a la vez que nunca alcanzamos mediante nuestras teorías un conocimiento de la realidad tal como es en sí misma, sino sólo tal como nos llega a través de nuestros lenguajes, esquemas conceptuales, categorías mentales, instrumentos de medida, etc.

El idealismo epistemológico, el realismo interno de Putnam y cierto tipo de fenomenismo, como el de Niels Bohr en su interpretación de la teoría cuántica, comparten esta opinión de claro sabor kantiano. Por lo tanto, podemos escribir: Realismo epistemológico _ Realismo ontológico Del mismo modo, el realismo semántico exige, como resulta obvio, la aceptación del realismo teórico, pero no al contrario. Un realista semántico sostiene que las teorías científicas son (aproximadamente) verdaderas o falsas, y en esto coincide con el realista teórico, pero entiende además que esa verdad o falsedad significa que las teorías se corresponden o no en un cierto grado con el mundo. En cambio, un pragmatista como Dummett o como Putnam, un relativista como Kuhn, o un coherentista como Neurath, admitirán la atribución de verdad o falsedad a las teorías científicas, pero no las entenderán como una correspondencia o falta de correspondencia entre el contenido de las teorías y la realidad objetiva. Gráficamente:Realismo semántico _ Realismo teórico.

También el realismo progresivo presupone el realismo teórico, sin que suceda a la inversa; lo que permite a Kuhn, Laudan y van Fraassen aceptar el realismo teórico al tiempo que niegan que el acercamiento progresivo a la verdad sea la meta de la ciencia. Así pues:
Realismo progresivo _ Realismo teórico

Por lo normal, el realismo progresivo va también acompañado del realismo semántico y del realismo epistemológico, pero no siempre sucede así. Por ejemplo, un pragmatista como Peirce cree en la convergencia de la investigación científica hacia una teoría ideal, sin asumir por ello el realismo semántico. Por otra parte, el realismo teórico no exige mantener el realismo epistemológico, como lo muestra el caso de Putnam (y anteriormente el de Kant). E igualmente, se puede ser un realista semántico –esto es, aceptar que las teorías científicas son verdaderas o falsas en función de su correspondencia con los hechos– pero negar al mismo tiempo el realismo ontológico o el epistemológico. En efecto, cabe pensar que no sea factible en la práctica atribuir ningún grado de verdad o falsedad a las teorías científicas (aun cuando sean susceptibles en principio de tal atribución), dado que éstas contienen afirmaciones sobre entidades no observables cuya supuesta verdad es más prudente dejar en suspenso, y que, por

tanto, debe limitarse todo juicio sobre dichas teorías a su mayor o menor adecuación empírica, es decir, a su grado de correspondencia con los fenómenos estrictamente observables.

22.5. Concepciones antirrealistas de la ciencia

22.5.1. La concepción instrumentalista de la ciencia

El **instrumentalismo** es una posición filosófica que sostiene que las teorías y modelos científicos no pretenden o no deben intentar representar la realidad, sino que son o deben ser instrumentos para manejarse en el mundo. Más precisamente, según esta perspectiva, las teorías científicas no son más que herramientas cuya finalidad es o bien heurística (útil para el avance del conocimiento) o bien predictiva (útil como base de pronósticos técnicos). Honderich (2002)

La posición instrumentalista es una consecuencia metodológica del fenomenismo, una perspectiva gnoseológica que se caracteriza por negar la posibilidad de que el conocimiento trascienda los fenómenos; es decir, los productos de la experiencia humana, y consiga representar la realidad. Consecuentemente, el instrumentalismo se encuentra asociado a diversas variantes de empirismo, entre ellas el positivismo y el pragmatismo. Se trata, pues, de un tipo de antirrealismo, de una posición escéptica que se opone al realismo y, en particular, al realismo metodológico. (Bunge, M 2007)

El Instrumentalismo tiene sus antecedentes en el viejo pragmatismo iniciado por Peirce y perfeccionado por W. James.

Si damos una revisión previa a la filosofía Pragmatista lograremos entender lo que significa el Instrumentalismo como doctrina epistemológica.
¿Qué intenta el Pragmatismo? Veámoslo brevemente:

El principio fundamental, expuesto por Peirce a finales del siglo pasado y recogido por William james, establece que *el significado de un pensamiento solo es comprensible en relación con la práctica.* Para adquirir una comprensión perfecta del pensamiento sobre un objeto, debemos preguntarnos que efectos prácticos puede implicar. Un significado que no sea práctico carece de sentido. Toda especulación abstracta que no haga referencia al hombre es abandonada. El pragmatismo se adhiere al empirismo, a los hechos concretos, y rechaza toda solución verbal de los problemas. La verdad, lo es en relación con un sistema de realidades, cuando se halla de acuerdo con los objetos de la experiencia. Toda verdad, es relativa al ser del hombre. Antes de que este fuese y después de que haya dejado de ser, no fue ni será verdad alguna. Las leyes de Newton no eran verdad antes de ser descubiertas, como tampoco eran falsas, sino que se volvieron verdad cuando se descubrieron. (Rodriguez, L 1984)

En palabras el propio W.James:

> ...No puede existir diferencia en una verdad abstracta que no tenga su expresión en un hecho concreto y en la conducta consiguiente sobre el hecho, impuesta sobre alguien , en algún modo, en alguna parte y en algún tiempo. Toda la función de la filosofía

debería consistir en hallar qué diferencias nos ocurrirían, en determinados instantes de nuestra vida, si fuera cierta ésta o aquella fórmula acerca del mundo...El Pragmatismo resulta ser un método, una actitud perfectamente familiar en filosofía ,la actitud empírica...No supone resultados particulares, sino solamente una actitud de orientación. La actitud de apartarse de las primeras cosas, principios, lcategoríasl, supuestas necesidades, y de mirar hacia las cosas últimas, frutos, consecuencias, hechos...[ ] ... Cuando se descubrieron las primeras uniformidades naturales, matemáticas y lógicas, las primeras —Leyesll, los hombres creyeron haber descifrado los pensamientos del todopoderoso...Pero a medida que las ciencias se fueron desarrollando se fue forjando la idea de que las leyes son tan solo aproximaciones. Además ***los investigadores se han acostumbrado a la idea de que ninguna teoría es, en absoluto, una transcripción de la realidad, si bien cualquiera pueda ser útil desde algún punto de vista. Su importante cometido es sintetizar viejos hechos y conducir a otros nuevos. Son solamente un lenguaje hecho para el hombre, una taquigrafía conceptual, como alguien ha dicho, con la que anotamos nuestras observaciones de la Naturaleza; y los idiomas, como es sabido, permiten muchos cambios de expresión y muchos dialectos.*** (James. W 1907. Ed. Orbis1984: p 48-52)

Se observa con claridad, que las raíces del Instrumentalismo la encontramos en esta filosofía estadounidense, como una de sus variedades, desarrollada en la Universidad de Chicago por John Dewey y sus colegas. Así pues, los instrumentalistas consideran el pensamiento como un método de enfrentarse a las dificultades, en particular aquéllas que aparecen cuando la experiencia inmediata, no reflexiva, es interrumpida por el fracaso de las reacciones habituales o instintivas frente a una nueva situación.

Según su doctrina, el pensamiento consiste en la formulación de planes o esquemas de acciones directas o de respuestas e ideas no expresadas; en cualquier caso, los objetivos del pensamiento son incrementar la experiencia y resolver los problemas de un modo satisfactorio. Desde este punto de vista, ***las ideas y el conocimiento sólo son procesos funcionales, es decir, sólo tienen importancia en la medida en que sean elementos útiles durante el desarrollo de la experiencia.*** (Ruiz,R. 1999: p.61)

El instrumentalismo ha realizado ajustes en su concepción conforme se ha ido desarrollado el conocimiento científico. Así tenemos; en la década de los 70 (siglo XX), el filósofo norteamericano W. O. Quine (1908-2000) expresaba*: Las teorías científicas son instrumentos de predicción*, tesis adoptada por instrumentalistas y convencionalistas (conservadores y revolucionarios). De acuerdo con este punto de vista cualquier teoría científica es un artilugio calculador mediante el cual se predicen estados futuros a partir de insumos preesquemáticos previos: condiciones iniciales (Quine, 1971 : p.44), luego expresa;...El fundamento epistemológico de la afirmación de un átomo o de una partícula subatómica (entidades inobservables), no es mayor que la asunción de una deidad homérica. La distinción entre ambas identidades no es cualitativa. Si se elige adoptar una antes que otra se hace por motivos puramente pragmáticos. Una entidad permite orientar en mejor forma en el seno del flujo empírico; lidiar mas eficientemente con la experiencia ... ***Las teorías científicas y, en general, el lenguaje, incorporan esquemas conceptuales. Su función es operativa o pragmática; su propósito es la acción eficaz de los agentes epistémicos. Las***

teorías carecen de pretensiones descriptivas. En estricto sentido una realidad extramental por describir es solamente problemática y conjetural (Quine,1971 : p.79)

22.5.2. Realismo frente al Instrumentalismo.

Uno de los objetivos de la ciencia es salvar los fenómenos, construir teorías que supongan una descripción correcta de los aspectos observables del mundo. De particular importancia es la capacidad para predecir lo que es observable pero todavía no es observado, ya que una predicción precisa hace factible la aplicación de la ciencia a la tecnología. Lo que resulta más controvertido es si la ciencia debe también aspirar a la verdad sobre aquello que no es observable, sólo por comprender el mundo, incluso sin un propósito práctico. Aquellos que pretenden que la ciencia debería, y que así lo hace, ocuparse de revelar la estructura oculta del mundo son conocidos como realistas. Para éstos, las teorías tratan de describir esa estructura. Por oposición, aquellos que dicen que la labor de la ciencia es sólo salvar los fenómenos observables son conocidos como instrumentalistas, ya que para elos las teorías no son descripciones del mundo invisible sino instrumentos para las predicciones sobre el mundo observable. La disputa entre realistas e instrumentalistas ha sido un tema constante en la historia de la filosofía de la ciencia.

Los científicos realistas no afirman que todo en la ciencia actual es correcto pero, como era de esperar, afirman que las mejores teorías actuales son poco más o menos verdaderas, que la mayoría de las entidades a las que se refieren existen en realidad, y que en la historia de la ciencia las últimas teorías en un campo concreto han estado por lo común más próximas a la verdad que las teorías que sustituían. Para los realistas, el progreso científico consiste sobre todo en generar descripciones cada vez más amplias y exactas de un mundo en su mayor parte invisible.

Algunos instrumentalistas niegan que las teorías puedan describir aspectos no observables del mundo sobre la base de que no se pueden llenar de significado las descripciones de lo que no puede ser observado. Según esta idea, las teorías de alto nivel son ingenios de cálculo sin significado literal: no son más descripciones del mundo que lo que son los circuitos de una calculadora electrónica. Otros instrumentalistas han afirmado que las teorías son descripciones, pero sólo del mundo observable. Hablar de partículas atómicas y campos gravitatorios sólo es en realidad una taquigrafía de descripciones de interpretaciones punteras y un movimiento observable. La versión contemporánea más influyente del instrumentalismo, conocida como empirismo constructivo, adopta una tercera vía. El significado de las teorías tiene que ser creído literalmente. Si una teoría parece contar una historia sobre partículas invisibles, entonces esa es la historia que se cuenta. Los científicos, sin embargo, nunca tienen derecho o necesidad de creer que esas historias son verdad. Todo lo más que puede o necesita ser conocido es que los efectos observables de una teoría —pasada, presente y futura— son verdaderos. La verdad del resto de la teoría es cómo pueda ser: toda la cuestión es que la teoría cuenta una historia que produce sólo predicciones verdaderas acerca de lo que, en principio, pudiera ser observado.

El debate entre realistas e instrumentalistas ha generado argumentos por parte de ambas escuelas. Algunos realistas han montado un razonamiento de no milagro. Realistas e instrumentalistas están de acuerdo en que nuestras mejores teorías en las ciencias físicas han

tenido un notable éxito de predicción. El realista mantiene que este éxito sería un milagro si la: teorías no fueran por lo menos verdaderas por aproximación. Desde un punto de vista lógico es posible que una historia falsa en su totalidad sobre entidades y procesos no observables pudiera suponer todas esas predicciones verdaderas, pero creer esto es bastante improbable y, por lo tanto, irracional. Planteado el supuesto de que a una persona se le da un mapa muy detallado, cuyo contenido describe con gran detalle el bosque en el que se encuentra, incluso muchos desfiladeros y picos de montañas inaccesibles. Examina el mapa contrastando los datos en diferentes lugares y, en cada caso, lo que ve es justo como lo pinta el mapa. Queda la posibilidad de que el mapa sea incorrecto por completo en las zonas que no ha examinado, pero esto no resulta verosímil. El realista mantiene que la situación es análoga para toda teoría científica que haya sido bien comprobada.

Los instrumentalistas han hecho numerosas objeciones al razonamiento del 'no milagro'. Algunos han afirmado que incurre en la petición de principio, tanto como el argumento considerado con anterioridad, de que la deducción funcionará en el futuro porque ha funcionado en el pasado. Inferir del éxito observado de una teoría científica la verdad de sus afirmaciones sobre los aspectos no observables del mundo es utilizar en concreto el modo de deducción cuya legitimidad niegan los instrumentalistas. Otra objeción es que la verdad de la ciencia actual no es en realidad la mejor explicación de su éxito de observación. Según esta objeción, Popper estaba en lo cierto, al menos, cuando afirmó que la ciencia evoluciona a través de la supresión de las teorías que han fracasado en la prueba de la predicción. No es de extrañar que se piense, por lo tanto, que las teorías que ahora se aceptan han tenido éxito en cuanto a la predicción: si no lo hubieran tenido, ahora no las aceptaríamos. Así, la hipótesis que mantiene que nuestras teorías son ciertas no necesita explicar su éxito de predicción. Por último, algunos instrumentalistas recurren a lo que se conoce como la indeterminación de la teoría por los datos. No importa el grado de validez de la evidencia, sabemos que hay en principio innumerables teorías, incompatibles entre sí pero todas compatibles con esa evidencia. Como mucho, una de esas teorías puede ser verdadera. Tal vez si la objeción resulta válida, es poco probable que la teoría elegida como eficaz sea la verdadera. Desde este punto de vista, lo que sería milagroso no es que las teorías de éxito a las que llegan los científicos sean falsas, sino que sean verdaderas.

Uno de los razonamientos recientes más populares de los instrumentalistas es la 'inducción pesimista'. Desde el punto de vista de la ciencia actual, casi todas las teorías complejas con más de cincuenta años pueden ser entendidas como falsas. Esto se oculta a menudo en la historia de la ciencia que presentan los libros de texto de ciencia elementales, pero, por ejemplo, desde el punto de vista de la física contemporánea, Kepler se equivocaba al afirmar que los planetas se mueven en elipses, y Newton al sostener que la masa de un objeto es independiente de su velocidad. Pero si todas las teorías pasadas han sido halladas incorrectas, entonces la única deducción razonable es que todas, o casi todas, las teorías actuales serán consideradas erróneas de aquí a otro medio siglo. En contraste con esta discontinuidad en la historia de las teorías, según el instrumentalismo se ha producido un crecimiento constante y sobre todo acumulativo en el alcance y precisión de sus predicciones observables. Cada vez han llegado a ser mejores salvando los fenómenos, su único cometido apropiado.

Se han planteado varias respuestas a la inducción pesimista. La mayoría de los realistas han aceptado tanto la premisa de que las teorías del pasado *han sido falsas y la conclusión de que*

las teorías actuales serán quizá falsas también. Sin embargo, han insistido en que todo esto es compatible con la afirmación central realista de que las teorías tienden a mejorar las descripciones del mundo respecto a aquéllas a las que reemplazan. Algunos realistas también han acusado a los instrumentalistas de exagerar el grado de discontinuidad en la historia de la ciencia. Se puede cuestionar también la validez de una deducción desde el grado de falsedad pretérito al actual. De acuerdo con los realistas, las teorías actuales han sustituido a sus predecesoras porque ofrecen un mejor tratamiento de la evidencia cada vez más amplio y preciso; por eso está poco claro por qué la debilidad de las viejas teorías debería ir en contra de las que las sucedan.

22.5.3. Realismo frente a empirismo

El debate sobre el realismo de la ciencia no es nuevo, pero en la actualidad aún está abierto. Bas C. Van Fraasen (1941), empirista y uno de los principales oponentes del realismo, opina que todo lo que se requiere para la aceptación de las teorías es su adecuación empírica. La ciencia debe explicar lo observado deduciéndolo de postulados que no necesitan ser verdaderos más que en aquellos puntos que son empíricamente comprobables. Llega a decir que "*no hay razón para afirmar siquiera que existe una cosa tal como el mundo real*". Es el empirismo constructivo, para el que lo decisivo no es lo real, sino lo observable.

Laudan y Giere presentan una postura intermedia entre el realismo y el subjetivismo estrictos. Laudan opina que es falso que, sólo el realismo explique el éxito de la ciencia. Giere propone que hay ciencias que presentan un alto grado de abstracción, como la mecánica cuántica, y utilizan modelos matemáticos muy abstractos. Estas teorías son poco realistas. Las ciencias que estudian fenómenos naturales muy organizados como la biología molecular, utilizan teorías que son muy realistas. Por ello no se puede utilizar un criterio uniforme de verdad científica.

Rom Harré (1927) y su discípulo Roy Bhaskar (1944) desarrollaron el realismo crítico, un cuerpo de pensamiento que quiere ser el heredero de la Ilustración en su lucha contra los irracionalismos y el racionalismo reduccionista. Destacan que el empirismo y el realismo conducen a dos tipos diferentes de investigación científica. La línea empirista busca nuevas concordancias con la teoría, mientras que la línea realista intenta conocer mejor las causas y los efectos. Esto implica que el realismo es más coherente con los conocimientos científicos actuales.

Dentro de la corriente racionalista de oposición al neopositivismo se encuentra a Mario Bunge (1919). Analiza los problemas de diversas epistemologías, desde el racionalismo crítico popperiano hasta el empirismo, el subjetivismo o el relativismo. Bunge es realista crítico. Para él la ciencia es falibilista (el conocimiento del mundo es provisional e incierto), pero la realidad existe y es objetiva. Además se presenta como materialista , pero para soslayar los problemas de esta doctrina apostilla que se trata de un materialismo emergentista.

22.5.4. El constructivismo empírico de Bas Van Fraassen

Uno de los desarrollos recientes más interesantes en la filosofía de la ciencia es, sin lugar a dudas, la contribución que Van Fraasen ha hecho en su libro: *The Scientific Image* (1980).

Van Fraasen elabora sus argumentos partiendo de una vieja discusión que se centra en la rivalidad de concepciones ontológicas de dos escuelas filosóficas, el realismo científico y el empirismo científico. En primer lugar, el realismo científico sostiene que los lenguajes en los que las teorías científicas son elaboradas y expresadas deben ser interpretados literalmente, es decir, que los términos y conceptos utilizados en el lenguaje teórico deben ser entendidos como referentes o descriptores de entidades realmente existentes. A la vez, los realistas mantienen que las teorías científicas son descripciones del mundo que deben ser evaluadas en función de su veracidad o falsedad. Por último, los pertenecientes a la corriente realista sostienen que la aceptación de una teoría implica necesariamente creer que dicha teoría es verdadera. El empirismo científico, por otra parte, mantiene que en tanto que las teorías científicas trascienden en contenido cualquier conjunto posible de observaciones, no deben ser interpretadas de manera literal. Los términos teóricos que son irreducibles a datos observacionales deben ser interpretados de una manera figurativa: son esquemas mentales o símbolos, sistemas de organización o clasificación de la experiencia, etc., pero no son entidades que realmente existen.

Según la posición de Van Fraasen, que él mismo denomina "*empirismo constructivo*", los lenguajes teóricos deben ser interpretados en forma literal. Por ejemplo, si una proposición dentro de una teoría sostiene que "el planeta V8 B2 existe" debe entenderse que dicho planeta existe realmente. En otras palabras, una teoría debe entenderse como una descripción tentativa de la realidad.

Sin embargo, este postulado realista de Van Fraasen es sustancialmente moderado por un segundo postulado que sostiene: 1) que no existe razón para suponer que lo que las teorías científicas nos dicen es verdadero, ni siquiera que el objetivo de la ciencia es producir teorías verdaderas ("la historia de la ciencia no es más que una sucesión de teorías falsas"), y 2) que la aceptación de una teoría implica no la creencia de que la teoría es verdadera, como los realistas mantienen, sino únicamente que la teoría es "empíricamente adecuada", es decir, que rescata los fenómenos observables pasados, presentes, y futuros.

El Constructivismo Empírico de Bas Van Fraassen[28], que está en contra tanto de la postura realista como de la postura positivista de la ciencia, adopta la creencia de que una teoría científica meramente -salva los fenómenos-, es decir, describe correctamente lo que es observable.

Van Fraseen considera que ***la ciencia tiene como objetivo no el descubrimiento de la verdad sino la construcción de modelos que se adecuen a los fenómenos y sucesos empíricos que pretende describir.*** Es por esto que Van Fraassen denomina su posición como -Constructivismo Empírico-.

---

[28] **Para un studio interesante sobre el Constructivismo Empírico de Bas Van Fraassen, véase Psillos,**
Stathis, (1999), *Scientific realism, how science tracks truth*, Routledge, New York, USA.

Para discutir con el Realismo Científico, Van Fraassen trata de caracterizarlo con los presupuestos mínimos necesarios para su correcta formulación. Dicha caracterización sería la siguiente: -La ciencia se propone darnos, en sus teorías, un relato literalmente verdadero de cómo es el mundo; y la aceptación de una teoría científica conlleva la creencia de que ella es verdadera[29]

La caracterización que hace Van Fraassen del Realismo Científico corresponde a una noción epistemológica de la ciencia porque, según Van Fraseen, un realista sólo aceptará una teoría si cree que es verdadera. Pero, si la aceptación de una teoría implica la creencia de que es verdadera, entonces la aceptación tentativa de una teoría implica la adopción tentativa de la creencia de que es verdadera. Si la creencia viene por grados, entonces lo mismo sucede con la aceptación, por lo que tendremos que hablar de grados de aceptación que implica un cierto grado de creencia de que la teoría es verdadera.
Una de las tesis centrales que hemos señalado acerca del Realismo Científico indica que las teorías son, al menos, aproximadamente verdaderas, lo cual parece significar creer que alguna parte de la teoría es de hecho verdadera y que es precisamente ésta parte de la teoría la que nos aproxima a la verdad. Ante esta pretensión de aproximación hacia la verdad, Van Fraassen propone que para evitar hablar de la aceptación de una creencia aproximadamente verdadera, el Realismo Científico debería reformularse de una manera negativa, esto es, sostener que cualquier razón para pensar que alguna parte de una teoría no es verdadera, es una razón para no aceptar dicha teoría. Sin embargo, la réplica realista es que sabemos que teorías que suponemos falsas, como la mecánica clásica, son empleadas para resolver problemas prácticos actuales como poner en órbita a los satélites.

Van Fraassen caracteriza al realista, además, como la posición que sostiene que el objetivo de la ciencia es la construcción de teorías literalmente verdaderas incluso de lo inobservable, lo cual considera un exceso porque, asegura, no podemos sostener ni siquiera la posibilidad de saber si hay historias literalmente verdaderas de aspectos inobservables del mundo.

El realista replica que, al contrario de la perspectiva del Constructivismo Empírico para la cual la observabilidad de los procesos y entidades que postula la ciencia es básica, para ellos, dicha distinción entre entidad observable y entidad inobservable, no es crucial en una caracterización de la ciencia adecuada. Afirman que las entidades y los procesos a que hacen referencia las teorías científicas, realmente existen, y que su existencia es independiente de los procesos cognoscitivos de la ciencia así como de sus compromisos teóricos. Sean o no observables, tales entidades y procesos existen realmente y es por esto que el debate sobre lo observable y lo inobservable no es fundamental.

Sin embargo, Van Fraassen considera que al caracterizar de manera realista una teoría científica como un relato acerca de lo que realmente existe, y a la actividad científica como una empresa de descubrimiento, en oposición a una de invención, implícitamente el realista está aceptando que preferir una teoría en lugar de otra involucra un compromiso con un

[29] **Van Fraassen, Bas C., *La Imagen Científica*, Paidós-UNAM, México, D.F., pag. 24.**

programa de investigación, esto es, continuar el diálogo con la naturaleza en un marco conceptual y no en otro.

Van Fraassen insiste en que las teorías compiten por la mejor y más precisa representación de los sistemas reales que garantizan la identidad del campo científico. De esta manera, el progreso científico estaría ligado a la construcción de modelos más precisos. Esta idea esclarece, afirma, la conexión entre la aproximación a la verdad y éxito de las teorías al sostener que en realidad no se trabaja con la noción de verdad, sino con la noción de adecuación de modelos.

Sin embargo, el realista utiliza este mismo argumento para replicar que referirnos a una teoría como aproximadamente verdadera, en realidad confirma que una teoría contiene modelos que representan entidades realmente existentes y que, por lo menos, representan correctamente algunas de las características y funcionamientos de dichas entidades; por lo que el realista sostiene que el éxito predictivo de las teorías científicas responde a que las entidades que postula realmente existen y se comportan como la teoría predice.

Por otro lado, el concepto de -teoría científica|| de Van Fraassen está inserto en la corriente epistemológica de las teorías. Esta corriente establece que los modelos científicos son los instrumentos más adecuados para dar cuenta de las teorías empíricas, de manera parecida a como lo hace el Estructuralismo. Una de las funciones de las teorías, según Van Fraassen, es postular entidades inobservables cuya interacción con las estructuras empíricas dé cuenta de los fenómenos y entidades observables. En este sentido, toda teoría se acerca a la descripción del mundo desde dos ángulos.

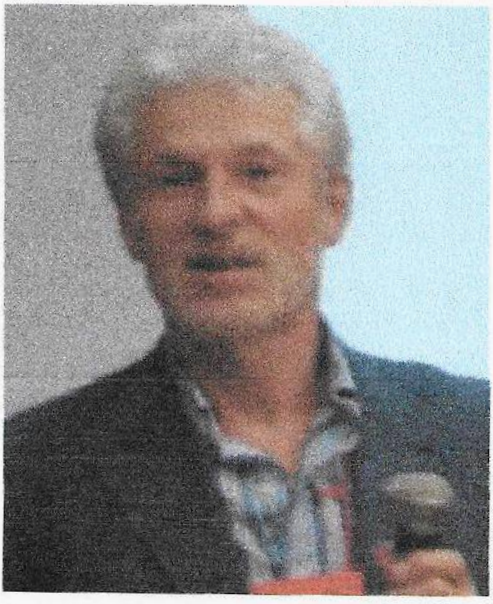
El primer ángulo sostiene que las estructuras empíricas que describen al mundo, lo hacen como si éste fuera uno de los modelos de la teoría, como si en el mundo realmente existieran las entidades inobservables que la teoría postula. Estas entidades inobservables interactúan con las entidades observacionales exactamente como la teoría lo predice, por lo que una teoría científica puede o no tener adecuación empírica dependiendo de si los fenómenos y entidades observables se comportan como la teoría predice.

El segundo ángulo trata de describir lo que estamos justificados en creer. Según Van Fraseen, sólo estamos justificados a creer en la adecuación empírica de las teorías y no en su verdad, por lo que aceptar una teoría sólo nos compromete a afirma que es empíricamente adecuada.

Con respecto al argumento de Boyd de que el realismo es la única explicación científicamente plausible de los logros y del éxito de la ciencia, Van Fraassen replica que una perspectiva darwinista podría explicar el éxito de la ciencia sin tener que asumirse la tesis realista, es decir, el éxito científico podría explicarse análogamente al éxito en la supervivencia de ciertas especies animales y vegetales con respecto a otras, de tal manera que las teorías científicas más exitosas serían aquellas que lograron sobrevivir a la adecuación empírica que exige la ciencia por encima de las teorías científicas que no lo hicieron. Evidentemente, el centro de atención de Van Fraseen no son las causas ni las condiciones del éxito de la ciencia en general, sino lo que hace que predominen ciertas teorías por encima de otras.

Van Fraassen afirma que la decisión de no admitir sino las interpretaciones literales del lenguaje de la ciencia, deja fuera de la discusión algunas posturas antirrealistas como el positivismo y el Instrumentalismo ya que, en una interpretación literal de la ciencia, las proposiciones aparentes de la ciencia son realmente proposiciones capaces de ser verdaderas o falsas. En cambio, en una interpretación positivista de la ciencia, los términos tienen significado solamente a través de su conexión con lo observable, ya que sostiene que dos teorías pueden de hecho decir lo mismo a pesar de que formalmente se contradigan mutuamente. Pero dos teorías que se contradicen entre sí, pueden realmente estar diciendo lo mismo sólo si no se interpretan literalmente, como ya habíamos señalado.

En resumen, Van Fraassen considera que cuando aceptamos una teoría, lo único a lo que nos comprometemos es a postular que dicha teoría es empíricamente adecuada sin tener que afirmar que es, además, verdadera. Esto es así porque recordemos que para Van Fraassen toda creencia empírica justificada debe estar fundamentada en los fenómenos y en la experiencia aún cuando una determinada descripción fenoménica del mundo pueda ser consistente con varias teorías incompatibles entre sí.



Bastiaan Van Fraassen (1941---) Es un distinguido profesor de Filosofía en la Universidad Estatal de San Francisco (USA), donde enseña filosofía de la ciencia y la lógica filosófica. Anteriormente enseñó en la Universidad de Yale , la Universidad del Sur de California , la Universidad de Toronto y la Universidad de Princeton . En 1980 acuñó el término " empirismo constructivo" en una de sus obras más destacadas: *-La imagen científica".* .
Es un típico anti-realista que afirma que sólo estamos justificados a creer en la adecuación empírica de las teorías y no en su verdad, por lo que aceptar una teoría sólo nos compromete a afirmar que es empíricamente adecuada.

BIBLIOGRAFIA

ARISTÓTELES. Metafísica. edit Española Iberia S.A. 1985, pp. 232-233.

ARISTÓTELES, *Metafísica*, Madrid, Gredos, 1982

AYER, A.J. *Lenguaje, verdad y lógica.* Barcelona, 1971

BACHELARD, G. *Epistemología. Textos Escogidos*. Barcelona, 1990

BOHM, D., *Causalidad y azar en la física moderna*, México, UNAM, 1959

BRICMONT, JEAN. 2005. Préface. In: Alan Sokal, *Pseudosciences et postmodernisme: Adversaires ou compagnons de route?* , pp. 7-38. Paris: Odile Jacob.

BUNGE, MARIO. 1997. *La Investigación científica su estrategia y su filosofía* , pp.26-27-32.Edtorial Ariel,S.A, Barcelona

BUNGE.M. La *Investigación Científica.*Barcelona.Edit Ariel.1997.p561-623.

BUNGE, M., *La ciencia, su método y su filosofía*, Buenos Aires, Siglo Veinte, 1972

BUNGE, M. *Filosofía de la física*, Barcelona, Ariel, 1978

BUNGE, M. *Teoría y Realidad.* Ariel, 1975.

BUNGE, M. *Usos prácticos de la Epistemología* . Montreal. La Nación. Bs Aires

BUNGE, M. (2007) *A la caza de la realidad. La controversia sobre el realismo*. Barcelona, Gedisa. Obtenido de"http://es.wikipedia.org/wiki/Instrumentalismo"CAPEC, M., *El impacto filosófico de la física contemporánea*, Barcelona, Tecnos, 1960

CIMADEVILLA, C., *Universo antiguo y mundo moderno*, Madrid, Rialp, 1970

CARNAP, R. *Philosophy of Science*. Edit. Sudamericana.1989

CARNAP, R. *Construcción Lógica del Mundo* .Milan, 1996.

CARNAP, R. 1937 *The logical syntax of language*, Routledge y Kegan Paul, Londres

COPI, IRVING. 1972. *Introduction to Logic* , p.504 Macmillan Publishing,Co Inc., New York

COHEN BERNARD. *La Revolución Newtoniana y la Transformación de las Ideas Científicas.* Cambridge: Alianza Editorial S.A.; 1982.

DUVERGER, M. *Métodos y técnicas de investigación social* .Ariel, 1999.

FEYERABEND, P.K. *Contra el Método.* Ariel, 1975.

FERRATER MORA, J., *Diccionario de filosofía*, Madrid, Alianza, 1980

FEVRIER, *Determinismo e indeterminismo*, México, UAM, 1957

FINGERMANN, G., *Lecciones de filosofía*. Bnos aires. Ed.Ateneo.1963.p.91-102

FRAASSEN B.C. VAN (1980), *The Scientific Image*, Oxford: Clarendon Press, 1980.

FRAASSEN B.C.VAN (1989), *Laws and Symmetry*, Oxford: Clarendon Press, 1989.

GARCÍA CORDOVA, F., (2004). *La Investigación Tecnológica.* Editorial Limusa. México

GRIBBIN, J., *En busca del gato de Schrödinger. La fascinante historia de la mecánica cuántica,* Barcelona, Salvat, 1988

GOMERO CAMONES, G., *Proceso de la Investigación Científica,*pp 15-16.Fakir editores, 1997-lima Perú

HAACK, SUSAN. 2003. *Defending Science-| Within Reason: Between Scientism and Cynicism,* pag. 137. Amherst, N.Y.: Prometheus Books.

HEMPEL,C. (1996). *La explicación Científica.* Estudios sobre la Filosofía de la ciencia.Paidós. Barcelona.

HEMPEL, K. *La filosofía d la ciencia natural.* Alianza, 1998.

HEMPEL, C: *Fundamentos de la Formación de Conceptos Científicos*, Alianza, 1988

HESSEN, J., *Teoría del conocimiento.* Colonia.1926.edit peruana Ateneo.1989 HESSEN, J., *El Principio de Causalidad.*Colonia.1928.edit peruanaAteneo.1989

HEISENBERG, W., *La imagen de la naturaleza en la física actual*, Barcelona, Orbis, 1985

HONDERICH, T. (ed.) (2002) *Enciclopedia Oxford de filosofía.* Oxford, Oxford University Press. P.551.

HUME, D., *Tratado de La Naturaleza Humana* (V-I).edit nacional de Madrid .1984

KANT, INMANEL, *Crítica de la Razón Pura.* Introducción*: De la distinción del conocimiento puro del empirico*-pag.98 Ediciones ORBIS S.A 1984-Argentina

KUHN, T.S., *La Estructura de las Revoluciones Científicas.*trd. Mexico.Fondo de la Cultura Económica .1992

KUHN;S.T. *La revolución Copernicana* Sn Fco. 1999.

LAKATOS, I., *The metodology of Scientifisic Research Programs.* Cambridge. University Press.1972.

LAKATOS,I. *Historia de la ciencis y sus reconstrucciones racionales.* Alianza,1985. LAUDAN, LARRY. *Progress and it's Problems.* Berkeley: University of California Press, 1977.

LAUDAN, LARRY. *"A Problem-Solving Approach to Scientific Progress." In Scientific*

Revolutions, edited by Ian Hacking, 144-155. New York: Oxford University Press, 1981b.

LUKASIEWICZ, J., "Sobre el determinismo", en Lukasiewicz, J., *Estudios de lógica y filosofia*, Madrid, Revista de Occidente, 1975', pp. 43-60

LAWRENCE NEUMAN, W., *Social Research Methods*, 4th ed. (Boston: Allyn and Bacon, 1999)

LENIN, I.L. Materialismo y empiriocriticismo. Academia de Ciencias de la URSS, 1975.

LOSEE, J., *Introducción Histórica a la Filosofia de la Ciencia*. Madrid: Alianza Editorial S.A.; 1976.

MONOD, J., *El azar y la necesidad*, Barcelona, Orbis, 1985

MOSTERIN,J. *Epistemología y racionalidad.* UIGV. Lima,1999.

NADEL, S.F. *Theory of Social Structure* Glencoe,1996.

NAGEL, E. Estructura de la Ciencia. Paidós,1974.

NAGEL. E., *Teleological explanation and teleological System*. S. Ratner editor. Rutgers University press. New Yersey.1953

PISCOYA, H.L. Tópicos de Epistemología. UIGV, 1999.

PIVA, A.M., *Itinerario Histórico Filosófico para un objetivo común.* Simposium, POINCARÉ, H., *Science and Hypothesis*, London, The Walter Scott Publishing Company, 1905, (1902 for the first edition).

POINCARÉ, H., *The Value of Science*, New-York, Dover Publications Inc., 1958 (1905 for the firstEscuela de Post-Grado de la Univ. Nac. Trujillo; Perú 2006.

POPPER, K.R., *La Lógica de la Investigación científica.* Trad.Mexico.Edit. Tecnos S:A. 1990

POPPER K.R., *Conjectures and Refutations. The Growth of Scientifc Knowledge*, London: Routledge and Kegan Paul,1963.

POPPER, K.R., *Post Scriptum a La lógica de la investigación científica, vol. II: El universo abierto. Un argumento en favor del indeterminismo*, Madrid, Tecnos, 1994

POPPER, K.R.,, *Conocimiento objetivo*, Madrid, Tecnos, 1974

POPPER, R.K. El desarrollo del conocimiento científico paidos, 1997.

PRIGOGINE, I., *¿Tan solo una ilusión? Una exploración del caos al orden*, Barcelona, Tusquets, 1993

PRIGOGINE, I., Stengers, I., *La nueva alianza*, Madrid, Alianza, 1983

QUINE, W. Van O. (1971) From a logical point of view. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts (Third Printing)

QUINTANILLA, M.A. *Diccionario de Filosofía contemporánea.* Ed. Sígueme.Salamanca, 1979.

REICHEMBACH,H. *Filosofía de la ciencia Moderna.* FCE. 1979.

RIAZA, J.M., *Ciencia moderna y filosofía*, Madrid, BAC, 1969

RIVADULLA, A., *Filosofía actual de la ciencia*, Madrid, Editora Nacional, 1984

RODRIGUEZ ARANDA.L., *William James, Pragmatismo.* Prologo-1984, Ediciones Orbis S.A.

RUSSELL, B., *El Conocimiento Humano.* Edit Argentina Orbis S.A.1984.

RUSSELL, B., *La perspectiva Científica.* EDit Argentina Orbis S.A. 1984

RUIZ LIMÓN,R ., *Historia de la ciencia y el método científico* Atlanta, Georgia (USA) 1999. Pag 61

SALAZAR BONDY, A., *Introducción a la filosofía*, Lima, Universo S.A., 1968.

SHOICHI SAKATA. *Metodología y Filosofía de la Ciencia de nuestros dias.* 2004 . **D***isponible en:* http://www.marxists.org/reference/subject/philosophy/index.htm

SOLIS ESPINOZA, C. *Elementos de Epistemología.* Lima, 1962.

STWART, J., GOLUBITSKY, M., *¿Es Dios un geómetra?*, Barcelona, Mondadori, 1995

TRESMONTANT, C., *Ciencias del universo y problemas metafísicos*, Barcelona, Herder, 1978

WORRALL, JOHN. *"Scientific Realism and Scientific Change.*| Philosophical Quarterly 32 (1982): 201-131.

WRIGHT, G.H.V, "El determinismo y el estudio del hombre", en Manninen, J. y Tuomela, R., *Ensayos sobre explicación y comprensión*, Madrid, Alianza, 1980, pp. 183-204

ACTIVIDAD EN POST-GRADO

- Profesor investigador, miembro del Instituto de Ciencias de los materiales.
- Docente especializado en: Metodología de la Investigación Científica, Filosofía de la Ciencia, Ciencia y Desarrollo Nacional y cursos de especialidad en Ciencias e Ingeniería.
- Autor de textos universitarios relacionados con la Ciencia y la Filosofía

RECONOCIMIENTOS:

Premio "Simón Bolivar" a la Investigación, otorgado por la UNT-2010.
Miembro Honorario de la "Sociedad Mexicana de Ingenieros Mecánicos" - SOMIM.
Miembro honorario del "Foro Docente de las Ingenierías de la República de Argentina" - FODAMI.
Honor al mérito como: PROFESOR ASOCIADO, otorgado por la Universidad San Carlos de Guatemala.

CONFERENCISTA Y PONENTE INTERNACIONAL

Ponencias y conferencias en eventos de Universidades extranjeras: USA, España, Turquía, México, Argentina, Chile, Cuba, Venezuela, Guatemala y otros.

ISBN: 978-612-323-001-2