

- 1. Introducción**
- 2. Definición de Ciencia**
- 3. Leyes de desarrollo de la Ciencia**
- 4. Clasificación de las ciencias**
- 5. Corrientes Epistemológicas o Teorías del Conocimiento**
- 6. Programas de Investigación científica**
- 7. Paradigmas Científicos**
- 8. La Teoría anarquista del conocimiento de Feyerabend**
- 9. Método científico**
- 10. Anexos**
- 11. Glosario**
- 12. Bibliografía**

Introducción

En el presente trabajo se intenta desarrollar el tema de Ciencia y el método científico para comprender más sus alcances, limitaciones, desarrollo y evolución dentro de la sociedad.

Es de suma importancia la comprensión e interpretación de estos temas, ya que diariamente son más las personas que se suman al ámbito profesional respaldado por los conocimientos científicos.

“Las ciencias son conocimientos; en la actualidad utilizamos este término para nombrar todo lo que está probado y entonces confiamos en ellas”.

Para ser más preciso se va a enumerar los propósitos detalladamente a continuación:

- Conocer a que se le llama conocimiento científico y razonamiento científico.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

- Identificar cuando un descubrimiento es considerado parte del saber científico.
- Analizar y diferenciar las posturas de las principales corrientes epistemológicas.

Se definirán cada uno de ellos, las técnicas disponibles, los factores de cada uno. Siempre que sea posible, sus relaciones.

Por último, ¿hasta donde son verdaderas las respuestas que nos brindan las ciencias (básicas y aplicadas)?, ¿Hasta donde se puede confiar en la ciencia y tecnología actual? ¿Qué es lo que distingue a la ciencia de la pseudociencia? ¿Cuándo y en que lugar comenzó la ciencia como tal sustentada en la observación, experimentación y bajo el apoyo del método científico?

DEFINICIÓN DE CIENCIA

Para comenzar, es conveniente aclarar con mayor precisión los conceptos que son necesarios para evitar caer en una confusión:

El vocablo "**ciencia**" proviene del latín **scientia**, que en un sentido estricto significa "**saber**". Sin embargo, al término saber debe otorgársele un significado más amplio y, así, **ciencia sería el "conjunto de lo que se sabe por haberlo aprendido mediante una continua actividad mental o razonamiento (inductivo, deductivo o analógico)**... para tener ciencia hay que abarcar al menos todo un sistema de conocimientos; para tener saber basta con poseer más conocimientos acerca de uno o varios sistemas. En una palabra, **el saber es la ciencia del hombre que ha buscado la**

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

oportunidad de observar, analizar, interpretar, comprender los elementos que forman parte de los procesos que identifican o caracterizan a un fenómeno o hecho en el mundo sensible".

Ciencia (en latín ***scientia***, de ***scire***, 'conocer'), término que en su sentido más amplio se emplea para referirse al conocimiento sistematizado en cualquier campo, pero que suele aplicarse sobre todo a la organización de la experiencia sensorial objetivamente verificable. La búsqueda de conocimiento en ese contexto se conoce como '***ciencia pura***', para distinguirla de la '***ciencia aplicada***' —la búsqueda de usos prácticos del conocimiento científico— y de la tecnología, a través de la cual se llevan a cabo las aplicaciones. (Para más información, véanse los artículos individuales sobre la mayoría de las ciencias mencionadas a lo largo de este artículo.)

También se puede definir a la ciencia, desde un punto de vista totalizado, como ***un sistema acumulativo, metódico y provisional de conocimientos comprobable, producto de una investigación científica y concerniente a una determinada área de objetos y fenómenos.***

Se debe de reconocer que, la ciencia es un sistema de conocimientos en desarrollo, los cuales se obtienen mediante los correspondientes métodos cognoscitivos y se reflejan en conceptos exactos, cuya veracidad se comprueba y demuestra a través de ***la práctica social***. Además se puede decir que, es un complejo fenómeno social, que incluye numerosas facetas y está relacionado con otros numerosos fenómenos de la vida social. La

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

aparición de la ciencia y su desarrollo constituye una parte integrante de la historia universal de la humanidad. Si la ciencia no puede surgir ni desarrollarse al margen de la sociedad, tampoco ésta, en una fase elevada de su desenvolvimiento, puede existir sin la ciencia. El sentido histórico de la aparición y desarrollo de la ciencia consiste en dar satisfacción a las necesidades de la producción de bienes materiales, la práctica político-social, la estructura económica de la sociedad, el carácter reinante de la concepción del mundo, las distintas formas de conciencia social, el nivel de desarrollo de la producción, la técnica, la cultura espiritual, la instrucción y también la lógica interna del propio conocimiento científico.

El éxito de la creación científica depende no sólo del talento, la agudeza y la fantasía del científico, sino también de los instrumentos o aparatos necesarios. Es precisamente el desarrollo de la técnica lo que ha proporcionado a la ciencia medios potentísimos de experimentación y de investigación lógica, como son el sincrociclotrón, las naves espaciales y las máquinas lógicas. Por ello, se puede decir que, la práctica social es la esfera de aplicación de los conocimientos, y en este sentido constituye el objetivo del conocimiento. Es importante reconocer que, la Práctica sirve de criterio a la veracidad de los resultados del conocimiento científico. De hecho, en cualquier esfera de la ciencia, la orientación práctica representa el estímulo fundamental y determinante de la investigación científica.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

Es importante enfatizar que, el conocimiento científico persigue la máxima exactitud, excluyendo todo lo individual, todo lo que el científico haya podido aportar por cuenta propia: la ciencia es una forma social, de carácter general, de desarrollo del saber. Toda la historia de la ciencia confirma un hecho de que cualquier subjetivismo ha sido eliminado siempre o al menos se evita en lo posible, de modo más implacable, de la senda de los conocimientos científicos, conservando únicamente la supraindividualidad, lo objetivo. Las obras artísticas son únicas en su género, mientras que los resultados de las investigaciones científicas son generales. La ciencia es un producto del "desarrollo histórico general en su resumen abstracto". En cambio el arte admite la invención, la introducción por el propio artista de algo que en esa forma precisa no existe, no existió y probablemente no existirá en la realidad del mundo sensible o físico.

Pero la ficción artística es únicamente admisible en lo que se refiere a la forma singular de expresar lo general, y no en lo que respecta a su contenido: la verdad artística no admite la menor arbitrariedad y subjetivismo. Si el artista, al reflejar lo general, no mantiene la unidad orgánica con lo específico (típico) y singular, el resultado no será una obra artística, sino un simple esquematismo y sociología desnuda. Si, por el contrario, reduce todo en su obra a lo singular, copiando ciegamente los fenómenos que observa y separando lo singular de lo general y de lo específico, obtendrá una copia naturalista, en lugar de una obra artística. En la ciencia, por el contrario, lo fundamental

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

consiste en eliminar todo lo singular e individual, todo lo que no se puede repetir, y conservar lo general en forma de conceptos y categorías. En el mundo, la forma de lo general es la ley. Por eso, el conocimiento científico es el conocimiento de las leyes que representan a los fenómenos o hechos y sus procesos dentro del mundo sensible o físico.

Orígenes de la ciencia

Los esfuerzos para sistematizar el conocimiento se remontan a los tiempos prehistóricos, como atestiguan los dibujos que los pueblos del paleolítico pintaban en las paredes de las cuevas, los datos numéricos grabados en hueso o piedra o los objetos fabricados por las civilizaciones del neolítico. Los testimonios escritos más antiguos de investigaciones protocientíficas proceden de las culturas mesopotámicas, y corresponden a listas de observaciones astronómicas, sustancias químicas o síntomas de enfermedades —además de numerosas tablas matemáticas— inscritas en caracteres cuneiformes sobre tablillas de arcilla. Otras tablillas que datan aproximadamente del 2000 a.C. demuestran que los babilonios conocían el teorema de Pitágoras, resolvían ecuaciones cuadráticas y habían desarrollado un sistema sexagesimal de medidas (basado en el número 60) del que se derivan las unidades modernas para tiempos y ángulos (véase Sistema numérico; Numeración).

En el valle del Nilo se han descubierto papiros de un periodo cronológico próximo al de las culturas mesopotámicas que contienen información sobre el tratamiento de heridas y

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

enfermedades, la distribución de pan y cerveza, y la forma de hallar el volumen de una parte de una pirámide. Algunas de las unidades de longitud actuales proceden del sistema de medidas egipcio y el calendario que empleamos es el resultado indirecto de observaciones astronómicas prehelénicas.

Orígenes de la teoría científica



Pitágoras

Considerado el primer matemático, Pitágoras fundó un movimiento en el sur de la actual Italia, en el siglo VI a.C., que enfatizó el estudio de las matemáticas con el fin de intentar comprender todas las relaciones del mundo natural.

Culver Pictures

El conocimiento científico en Egipto y Mesopotamia era sobre todo de naturaleza práctica, sin excesiva sistematización. **Uno de los primeros sabios griegos que investigó las causas fundamentales de los fenómenos naturales fue, en el siglo VI a.C., el filósofo Tales de Mileto** que introdujo el concepto de que la Tierra era un disco plano que flotaba en el elemento universal, el agua. El matemático y filósofo Pitágoras, de época posterior, estableció una escuela de pensamiento en la que las matemáticas se convirtieron en disciplina fundamental en toda investigación científica. Los eruditos pitagóricos postulaban una Tierra esférica que se movía en una órbita circular alrededor de un fuego central. En Atenas, en el siglo IV a.C., **la filosofía natural**

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

jónica y la ciencia matemática pitagórica llegaron a una síntesis en la lógica de Platón y Aristóteles. En la Academia de Platón se subrayaba el **razonamiento deductivo y la representación matemática**; en el Liceo de Aristóteles primaban **el razonamiento inductivo y la descripción cualitativa**. La interacción entre estos dos enfoques de la ciencia ha llevado a la mayoría de los avances posteriores.



Arquímedes

Arquímedes realizó grandes contribuciones a la matemática teórica. Además, es famoso por aplicar la ciencia a la vida diaria. Por ejemplo, descubrió el principio que lleva su nombre mientras se bañaba. También desarrolló máquinas sencillas como la palanca o el tornillo, y las aplicó a usos militares y de irrigación.

Culver Pictures

Durante la llamada **época helenística**, que siguió a la muerte de Alejandro Magno, el matemático, astrónomo y geógrafo Eratóstenes realizó una medida asombrosamente precisa de las dimensiones de la Tierra. **El astrónomo Aristarco de Samos propuso un sistema planetario heliocéntrico (con centro en el Sol)**, aunque este concepto no halló aceptación en la época antigua. El matemático e inventor **Arquímedes** sentó las bases de la **mecánica y la hidrostática (una rama de la mecánica de fluidos)**; el filósofo y científico Teofrasto fundó la botánica; el astrónomo Hiparco de Nicea desarrolló la trigonometría, y los anatomistas y

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

médicos Herófilo y Erasítrato basaron la anatomía y la fisiología en la disección.



Sistema de Tolomeo

En el siglo II d.C., Claudio Tolomeo planteó un modelo de Universo con la Tierra en el centro. Cada cuerpo celeste giraba en un pequeño círculo denominado epiciclo, centrado en un punto que giraba a su vez alrededor de la Tierra en un gran círculo denominado deferente. El modelo representaba los movimientos de los cuerpos celestes de una forma bastante precisa, pero no ofrecía una explicación física de ellos. El modelo de Tolomeo fue aceptado durante más de mil años.

Mary Evans Picture Library/Photo Researchers, Inc.

Tras la destrucción de Cartago y Corinto por los romanos en el año 146 a.C., la investigación científica perdió impulso hasta que se produjo una breve recuperación en el siglo II d.C. bajo el **emperador y filósofo romano Marco Aurelio**. El sistema de Tolomeo —una teoría geocéntrica (con centro en la Tierra) del Universo propuesta por el astrónomo Claudio Tolomeo— y las obras médicas del filósofo y médico Galeno se convirtieron en tratados científicos de referencia para las civilizaciones posteriores. Un siglo después surgió **la nueva ciencia experimental de la alquimia a partir de la metalurgia**. Sin embargo, hacia el año 300, la alquimia fue adquiriendo un tinte de secretismo y

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

simbolismo que redujo los avances que sus experimentos podrían haber proporcionado a la ciencia.

La ciencia Medieval y Renacentista



National Maritime Museum/Dorling Kindersley

Brújula china

Los primeros navegantes chinos empleaban brújulas magnéticas como ésta para encontrar su rumbo en mar abierto. Probablemente, las primeras brújulas magnéticas fueron desarrolladas en el siglo X por navegantes chinos y europeos.

National Maritime Museum/Dorling Kindersley

Durante la edad media existían seis grupos culturales principales: en lo que respecta a Europa, de un lado el **Occidente latino** y, de otro, **el Oriente griego (o bizantino)**; en cuanto al continente asiático, **China e India**, así como la **civilización musulmana** (también presente en Europa), y, finalmente, en el ignoto continente americano, desligado del resto de los grupos culturales mencionados, **la civilización maya**. El grupo latino no contribuyó demasiado a la ciencia hasta el siglo XIII; los griegos no elaboraron sino meras paráfrasis de la sabiduría antigua; **los mayas, en cambio, descubrieron y emplearon el cero en sus cálculos astronómicos, antes que ningún otro pueblo**. En China la

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

ciencia vivió épocas de esplendor, pero no se dio un impulso sostenido. **Las matemáticas chinas alcanzaron su apogeo en el siglo XIII con el desarrollo de métodos para resolver ecuaciones algebraicas mediante matrices y con el empleo del triángulo aritmético.** Pero lo más importante fue el impacto que tuvieron en Europa varias innovaciones prácticas de origen chino. Entre ellas estaban **los procesos de fabricación del papel y la pólvora, el uso de la imprenta y el empleo de la brújula en la navegación.** Las principales contribuciones indias a la ciencia fueron la formulación de los numerales denominados indoarábigos, empleados actualmente, y **la modernización de la trigonometría.** Estos avances se transmitieron en primer lugar a **los árabes,** que combinaron los mejores elementos de **las fuentes babilónicas, griegas, chinas e indias.** En el siglo IX Bagdad, situada a orillas del río Tigris, era un centro de traducción de obras científicas y en el siglo XII estos conocimientos se transmitieron a Europa a través de **España, Sicilia y Bizancio.**



Nicolás Copérnico

El astrónomo polaco Nicolás Copérnico revolucionó la ciencia al postular que la Tierra y los demás planetas giran en torno a un Sol estacionario. Su teoría heliocéntrica (el Sol como centro) fue desarrollada en los primeros años de la década de 1500, pero sólo se publicó años después. Se oponía a la teoría de Tolomeo, entonces en boga, según la cual el Sol y los planetas giraban alrededor de una Tierra fija. Al principio, Copérnico dudó en publicar sus hallazgos porque temía las críticas de la comunidad científica y religiosa. A pesar de la incredulidad y rechazo iniciales, el sistema de Copérnico pasó a ser el modelo del Universo más ampliamente aceptado a finales del siglo XVII.

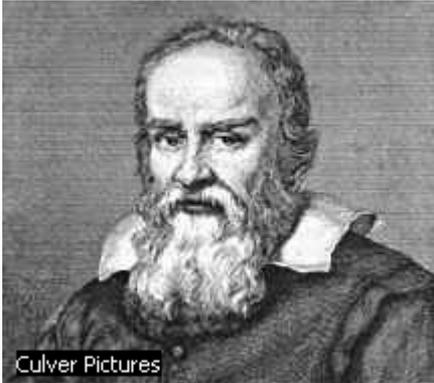
American Stock/Archive Photos

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

En el siglo XIII la recuperación de **obras científicas de la antigüedad en las universidades europeas** llevó a una controversia sobre **el método científico**. Los llamados **realistas** apoyaban **el enfoque platónico**, mientras que **los nominalistas** preferían **la visión de Aristóteles (silogismo aristotélico)**. En las universidades de Oxford y París estas discusiones llevaron a descubrimientos de **óptica y cinemática** que prepararon el camino para **Galileo** y para el astrónomo alemán **Johannes Kepler**.

La gran epidemia de peste y la guerra de los Cien Años interrumpieron el avance científico durante más de un siglo, pero en el siglo XVI la recuperación ya estaba plenamente en marcha. En 1543 el astrónomo polaco Nicolás Copérnico publicó **De revolutionibus orbium caelestium (Sobre las revoluciones de los cuerpos celestes)**, que conmocionó la astronomía. Otra obra publicada ese mismo año, **Humani corporis fabrica libri septem (Siete libros sobre la estructura del cuerpo humano)**, del anatomista belga Andrés Vesalio, corrigió y modernizó las enseñanzas anatómicas de **Galeno** y llevó al **descubrimiento de la circulación de la sangre**. Dos años después, el libro **Ars magna (Gran arte)**, del matemático, físico y astrólogo italiano Gerolamo Cardano, inició el periodo moderno en el álgebra con **la solución de ecuaciones de tercer y cuarto grado**.

La ciencia moderna



Galileo

El físico y astrónomo italiano Galileo marcó el rumbo de la física moderna al insistir en que la Tierra y los astros se regían por un mismo conjunto de leyes. Defendió la antigua idea de que la Tierra giraba en torno al Sol, y puso en duda la creencia igualmente antigua de que la Tierra era el centro del Universo.

Culver Pictures

Esencialmente, **los métodos y resultados científicos modernos aparecieron en el siglo XVII gracias al éxito de Galileo al combinar las funciones de erudito y artesano.** A los métodos antiguos de **inducción y deducción**, Galileo añadió **la verificación sistemática a través de experimentos planificados, en los que empleó instrumentos científicos de invención reciente como el telescopio, el microscopio o el termómetro.** A finales del siglo XVII se amplió la experimentación: el matemático y físico Evangelista Torricelli empleó **el barómetro**; el matemático, físico y astrónomo holandés Christiaan Huygens usó el reloj de péndulo; el físico y químico británico Robert Boyle y el físico alemán Otto von Guericke utilizaron **la bomba de vacío.**



Science Source/Photo Researchers, Inc.

Antoine Laurent de Lavoisier

El químico francés Antoine Laurent de Lavoisier está considerado como el padre de la química moderna. Se interesó sobre todo por los experimentos que permitían medir la materia.

Science Source/Photo Researchers, Inc.

La culminación de esos esfuerzos fue la formulación de **la ley de la gravitación universal**, expuesta en **1687** por el matemático y físico británico **Isaac Newton** en su obra **Philosophiae naturalis principia mathematica (Principios matemáticos de la filosofía natural)**. Al mismo tiempo, **la invención del cálculo infinitesimal** por parte de Newton y del filósofo y matemático alemán **Gottfried Wilhelm Leibniz** sentó las bases de la ciencia y las matemáticas actuales.

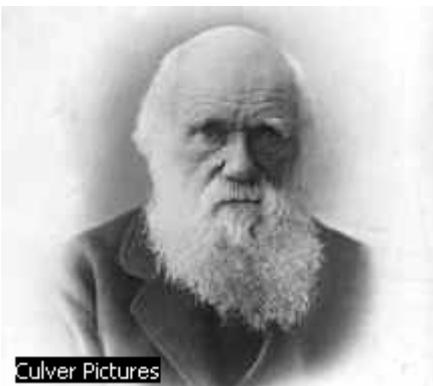


Michael Faraday

Michael Faraday, uno de los científicos más eminentes del siglo XIX, realizó importantes contribuciones a la física y la química. Descubrió el fenómeno conocido como inducción electromagnética al observar que en un cable que se mueve en un campo magnético aparece una corriente. Este descubrimiento contribuyó al desarrollo de las ecuaciones de Maxwell y llevó a la invención del generador eléctrico. Entre los anteriores trabajos de Faraday en química figuran el enunciado de las leyes de la electrólisis y el descubrimiento del benceno.

Culver Pictures

Los descubrimientos científicos de Newton y ***el sistema filosófico del matemático y filósofo francés René Descartes*** dieron paso a la ***ciencia materialista del siglo XVIII***, que ***trataba de explicar los procesos vitales a partir de su base físico-química***. La confianza en la actitud científica influyó también en las ciencias sociales e inspiró el llamado ***Siglo de las Luces***, que culminó en ***la Revolución Francesa de 1789***. El químico francés Antoine Laurent de Lavoisier publicó el ***Tratado elemental de química*** en 1789 e inició así ***la revolución de la química cuantitativa***.



Charles Darwin

Darwin estuvo influenciado por el geólogo Adam Sedgwick y el naturalista John Henslow en el desarrollo de su teoría de la selección natural, que habría de convertirse en el concepto básico de la teoría de la evolución. La teoría de Darwin mantiene que los efectos ambientales conducen al éxito reproductivo diferencial en individuos y grupos de organismos. La selección natural tiende a promover la supervivencia de los más aptos. Esta teoría

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

revolucionaria se publicó en 1859 en el famoso tratado *El origen de las especies por medio de la selección natural*.

Culver Pictures

Los avances científicos del siglo XVIII prepararon el camino para el siguiente, llamado a veces “**siglo de la correlación**” por las amplias generalizaciones que tuvieron lugar en la ciencia. Entre ellas figuran **la teoría atómica de la materia** postulada por el químico y físico británico **John Dalton**, **las teorías electromagnéticas de Michael Faraday y James Clerk Maxwell**, también británicos, **o la ley de la conservación de la energía**, enunciada por el físico británico **James Prescott Joule** y otros científicos.



Max Planck

Max Planck se alejó radicalmente de las ideas clásicas al proponer la teoría de que la energía se propaga en cantidades discretas llamadas cuantos. Antes del trabajo de Planck sobre la radiación del cuerpo negro, se creía que la energía era continua, pero muchos fenómenos resultaban así inexplicables. Mientras trabajaba en los aspectos matemáticos de los fenómenos de radiación observados, Planck se dio cuenta de que la cuantización de la energía podía explicar el comportamiento de la luz. Sus revolucionarios trabajos sentaron las bases de la teoría cuántica.

Culver Pictures

La teoría biológica de alcance más global fue la de la evolución, propuesta por Charles Darwin en su libro **El origen de las especies**, publicado en 1859, que provocó una polémica en la sociedad — no sólo en los ámbitos científicos— tan grande como la obra de Copérnico. Sin embargo, al empezar el siglo XX el concepto de

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

evolución ya se aceptaba de forma generalizada, aunque su mecanismo genético continuó siendo discutido.



Albert Einstein

Albert Einstein, autor de las teorías general y restringida de la relatividad, es considerado uno de los mayores científicos de todos los tiempos. No se conoce tanto su compromiso social. En la grabación, Einstein habla de Gandhi y elogia la no violencia.

Rex Features, Ltd./Cortesía de Gordon Skene Sound Collection

Mientras la biología adquiría una base más firme, la física se vio sacudida por las inesperadas consecuencias de **la teoría cuántica y la de la relatividad**. En 1927 el físico alemán Werner Heisenberg formuló el llamado **principio de incertidumbre**, que afirma que **existen límites a la precisión con que pueden determinarse a escala subatómica las coordenadas de un suceso dado**. En otras palabras, el principio afirmaba **la imposibilidad de predecir con precisión que una partícula, por ejemplo un electrón, estará en un lugar determinado en un momento determinado y con una velocidad determinada**. La mecánica cuántica no opera con datos exactos, sino con **deducciones estadísticas relativas a un gran número de sucesos individuales**.

La ciencia en España y Latinoamérica



Carl von Linné

Aunque era un médico en ejercicio, Carl von Linné tenía un profundo interés por la botánica y desarrolló un sistema para clasificar las plantas en el que utilizaba un método binomial de nomenclatura científica. Su sistema de clasificación simplificaba mucho la manera en que se nombraban las plantas y los animales, organizándolos en grupos significativos basados en sus similitudes físicas. Linné también describió y clasificó cierto número de especies animales y sus descripciones y clasificaciones fueron tan precisas que muchas de ellas han permanecido invariables hasta nuestros días.

Culver Pictures

Los comienzos de la ciencia española se remontan (dejando aparte **el primitivo saber de san Isidoro de Sevilla**) a la civilización hispanoárabe y sobre todo a **la gran escuela astronómica de Toledo del siglo XI** encabezada por al-Zarqalluh (conocido por Azarquiel en la España medieval). Después de la conquista de la ciudad de Toledo por el rey Alfonso VI en 1085, **comenzó un movimiento de traducción científica del árabe al latín**, promovido por el arzobispo Raimundo de Toledo (**véase** Escuela de traductores de Toledo). Este movimiento continuó bajo el patrocinio de **Alfonso X el Sabio y los astrónomos de su corte** (entre los que destacó el judío Isaac ibn Cid); su trabajo quedó reflejado en los **Libros del saber de astronomía** y las **Tablas alfonsíes**, tablas astronómicas que sustituyeron en los centros científicos de Europa a las renombradas **Tablas toledanas** de Azarquiel.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

En la primera mitad del siglo XVI, España participó en el movimiento de renovación científica europea, en el que intervinieron de forma destacada Juan Valverde de Amusco, seguidor de Andrés Vesalio, y la escuela de los **calculatores** — **promotores de la renovación matemática y física**—, a la que pertenecían **Pedro Ciruelo, Juan de Celaya y Domingo de Soto**. El descubrimiento de América estimuló avances, tanto en historia natural (con José de Acosta y Gonzalo Fernández de Oviedo) como en **náutica** (con Pedro de Medina, Martín Cortés y Alonso de Santa Cruz).

Después de que Felipe II prohibiera estudiar en el extranjero, la ciencia española entró en una fase de decadencia y neoescolasticismo de la cual no saldría hasta finales del siglo XVII, con el trabajo de los llamados **novatores**. Este grupo promovía semiclandestinemente las nuevas ideas de Newton y William Harvey, y a él pertenecían, entre otros, Juan Caramuel y Lobkowitz, Juan de Cabriada y Antonio Hugo de Omerique, cuya obra **Analysis Geometrica** (1698) atrajo el interés de Newton. En la misma época, desde Nueva España, Diego Rodríguez comentó los hallazgos de Galileo.



© The Nobel Foundation
Santiago Ramón y Cajal

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

El histólogo español Santiago Ramón y Cajal obtuvo el Premio Nóbel de Fisiología y Medicina en 1906. Pionero en la investigación de la estructura fina del sistema nervioso, Cajal fue galardonado por haber aislado las células nerviosas próximas a la superficie del cerebro.

© The Nobel Foundation

El sistema newtoniano, todavía prohibido por la Iglesia, **se difundió ampliamente en el mundo hispano del siglo XVIII**, a partir de Jorge Juan y Antonio de Ulloa (socios del francés Charles de La Condamine en su expedición geodésica a los Andes) en la península Ibérica, José Celestino Mutis en Nueva Granada y Cosme Bueno en Perú.

El otro pilar de la modernización científica de **la Ilustración** fue **Linneo**, cuya **nomenclatura binomial** fascinó a toda una generación de botánicos europeos, estimulando nuevas exploraciones. En España, Miguel Barnades y más tarde sus discípulos Casimiro Gómez Ortega y Antonio Palau Verdera enseñaron **la nueva sistemática botánica**. **El siglo XVIII fue la época de las expediciones botánicas y científicas al Nuevo Mundo**, entre las que destacaron la de Mutis (corresponsal de Linneo) a Nueva Granada, la de Hipólito Ruiz y José Pavón a Perú, la de José Mariano Mociño y Martín de Sessé a Nueva España, y la de Alejandro Malaspina alrededor del globo. También **en los territorios americanos la ciencia floreció en instituciones como el Real Seminario de Minería de México, el Observatorio Astronómico de Bogotá o el Anfiteatro Anatómico de Lima**.



Severo Ochoa

El bioquímico español Severo Ochoa obtuvo en 1959 el Premio Nobel de Fisiología y Medicina. Fue el primero en sintetizar un ácido nucleico.

© The Nobel Foundation

Las Guerras Napoleónicas y de Independencia interrumpieron el avance de la ciencia tanto en **la península Ibérica** como **en Latinoamérica**. En España la recuperación fue muy lenta; la vida científica se paralizó prácticamente hasta la aparición de nuevas ideas —**el darwinismo en primer lugar— como secuela de la revolución de 1868 y la I República**. En esta renovación científica desempeñó un papel fundamental el neurólogo Santiago Ramón y Cajal, primer premio Nobel español (en 1906 compartió el Premio Nobel de Fisiología y Medicina con el médico italiano **Camillo Golgi** por sus descubrimientos sobre **la estructura del sistema nervioso**); también intervinieron José Rodríguez de Carracido en química, Augusto González de Linares en biología, José Macpherson en geología y Zoel García Galdeano en matemáticas. **En América Latina pueden referirse como representativas de la renovación científica del siglo XIX una serie de instituciones positivistas**: en México, la Sociedad de Historia Natural (1868), la Comisión Geográfico-Exploradora (1877) o la Comisión Geológica (1886); en Argentina, el Observatorio Astronómico (1882), el Museo de Ciencias Naturales (1884), la

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

Sociedad Científica Argentina (1872), el Observatorio de Córdoba (1870), dirigido por el estadounidense Benjamín Gould, y la Academia de las Ciencias de Córdoba (1874); por último en Brasil, la Escuela de Minas de Ouro Preto, el Servicio Geológico de São Paulo y el Observatorio Nacional de Río de Janeiro.

Gracias al empuje que el Premio Nobel de Ramón y Cajal dio a la ciencia en general, en 1907 el gobierno español estableció **la Junta para la Ampliación de Estudios para fomentar el desarrollo de la ciencia, creando becas para el extranjero** y, algo más tarde, una serie de laboratorios. Cuando **Pío del Río Hortega** se instaló en el laboratorio de histología establecido por **la Junta en la Residencia de Estudiantes de Madrid**, se convirtió en **el primer investigador profesional en la historia de la ciencia española**. El centro de innovación en ciencias físicas fue **el Instituto Nacional de Física y Química de Blas Cabrera**, que a finales de la década de 1920 recibió una beca de la Fundación Rockefeller para construir un nuevo y moderno edificio. Allí trabajaron Miguel Ángel Catalán, que realizó importantes investigaciones en **espectrografía**, y el químico **Enrique Moles**. En matemáticas el centro innovador fue **el Laboratorio Matemático de Julio Rey Pastor**, cuyos discípulos ocuparon prácticamente la totalidad de cátedras de matemáticas de España. Muchos de ellos fueron becados en Italia con Tullio Levi-Civita, Vito Volterra, Federigo Enriques y otros miembros de la gran escuela italiana, cuyo manejo del **cálculo tensorial** les había asociado con **la relatividad general de Einstein**. Rey Pastor fue un impulsor de la visita que

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

Einstein realizó a España en 1923, en la que el físico alemán fue recibido sobre todo por matemáticos, ya que la física estaba mucho menos desarrollada. En **biomedicina**, además de **la neurohistología**, adquirió relevancia **la fisiología**, dividida en dos grupos: el de Madrid, regido por Juan Negrín, quien formó al futuro **premio Nobel Severo Ochoa**, y el de Barcelona, dirigido por August Pi i Sunyer. Durante la década de 1920 ambos grupos trabajaron en la **acción química de las hormonas**, sobre todo de la **adrenalina**.

En América Latina la fisiología, al igual que en España, **ocupaba el liderazgo en las ciencias biomédicas. Los argentinos Bernardo Houssay y Luís Leloir ganaron el Premio Nobel en 1947 y 1970** respectivamente; fueron los primeros otorgados a científicos latinoamericanos por **trabajos bioquímicos**. En física, distintos países consideraron que la **física nuclear era el camino más práctico hacia la modernización científica**, debido a la facilidad para obtener **aceleradores de partículas de países europeos o de Norteamérica**. No obstante, la física nuclear comenzó, por su mínimo coste, con el **estudio de los rayos cósmicos**. En la década de **1930**, los brasileños Marcello Damy de Souza y Paulus Aulus Pompéia **descubrieron el componente penetrante o 'duro' de los rayos cósmicos**; en 1947 César Lattes, investigando en el Laboratorio de Física Cósmica de Chacaltaya (Bolivia), confirmó la existencia de **los piones** (véase Física: **Partículas elementales**). También **la genética** resultó ser **un campo de investigación fructífero en América Latina**. En 1941 el genetista estadounidense

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

de origen ucraniano Theodosius Dobzhansky emprendió el primero de sus viajes a Brasil donde formó a toda una generación de genetistas brasileños en **la genética de poblaciones**. Su objetivo era estudiar las poblaciones naturales de **Drosophila** en **climas tropicales** para compararlas con las poblaciones de **regiones templadas** que ya había investigado. Descubrió que **las poblaciones tropicales estaban dotadas de mayor diversidad genética que las templadas** y, por lo tanto, pudieron ocupar más 'nichos' ecológicos que éstas.

Tanto en España como en América Latina la ciencia del siglo XX ha tenido dificultades con **los regímenes autoritarios**. En la década de **1960** se produjo en **Latinoamérica** la llamada '**fuga de cerebros**': en Argentina, por ejemplo, la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad de Buenos Aires perdió más del 70% del profesorado debido a las imposiciones del gobierno contra las universidades. **Bajo la dictadura militar de la década de 1980**, los generales expulsaron de este país a **los psicoanalistas**, y el gobierno apoyó una campaña contra la 'matemática nueva' en nombre de una idea mal entendida de la matemática clásica. En Brasil, bajo la dictadura militar de la misma época, un ministro fomentó la dimisión de toda una generación de **parasitólogos del Instituto Oswaldo Cruz**, dando lugar a lo que se llamó 'la masacre de Manguinhos'.

Comunicación Científica

A lo largo de la historia, el conocimiento científico se ha transmitido fundamentalmente a través de documentos escritos, algunos de los cuales tienen una antigüedad de más de 4.000 años. Sin embargo, de **la antigua Grecia** no se conserva ninguna obra científica sustancial del periodo anterior a los **Elementos** del geómetra Euclides (alrededor del 300 a.C.). De los tratados posteriores escritos por científicos griegos destacados sólo se conservan aproximadamente la mitad. Algunos están en **griego**, mientras que en otros casos se trata de **traducciones realizadas por eruditos árabes en la edad media**. Las escuelas y universidades medievales fueron los principales responsables de la conservación de estas obras y del fomento de la actividad científica.

Sin embargo, desde el renacimiento esta labor ha sido compartida por las sociedades científicas; la más antigua de ellas, que todavía existe, es **la Accademia nazionale dei Lincei** (a la que perteneció **Galileo**), fundada en **1603** para **promover el estudio de las ciencias matemáticas, físicas y naturales**. Ese mismo siglo, el apoyo de los gobiernos a la ciencia llevó a **la fundación de la Royal Society de Londres (1660)** y de **la Academia de Ciencias de París (1666)**. Estas dos organizaciones iniciaron la publicación de revistas científicas, la primera con el título de **Philosophical Transactions** y la segunda con el de **Mémoires**.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

Durante el siglo XVIII otras naciones crearon academias de ciencias. **En Estados Unidos, un club organizado en 1727 por Benjamín Franklin se convirtió en 1769 en la Sociedad Filosófica Americana.** En 1780 se constituyó **la Academia de las Artes y las Ciencias de América**, fundada por John Adams, el segundo presidente estadounidense. En 1831 se reunió por primera vez **la Asociación Británica para el Desarrollo de la Ciencia**, seguida en 1848 por la Asociación Americana para el Desarrollo de la Ciencia y en 1872 por la **Asociación Francesa para el Desarrollo de la Ciencia**. Estos organismos nacionales editan respectivamente las publicaciones **Nature, Science y Comptes-Rendus**. El número de publicaciones científicas creció tan rápidamente en los primeros años del siglo XX que el catálogo **Lista mundial de publicaciones científicas periódicas editadas en los años 1900-1933** ya incluía unas 36.000 entradas en 18 idiomas. Muchas de estas publicaciones son editadas por sociedades especializadas dedicadas a **ciencias concretas**.

Desde finales del siglo XIX la comunicación entre los científicos se ha visto facilitada por el establecimiento de **organizaciones internacionales**, como **la Oficina Internacional de Pesas y Medidas (1875) o el Consejo Internacional de Investigación (1919)**. Este último es una federación científica subdividida en uniones internacionales para cada una de las ciencias. Cada pocos años, las uniones celebran congresos internacionales, cuyos anales suelen publicarse. Además de **las organizaciones científicas nacionales e internacionales**, muchas grandes

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

empresas industriales tienen departamentos de investigación, de los que algunos publican de forma regular descripciones del trabajo realizado o envían informes a las oficinas estatales de patentes, que a su vez editan resúmenes en boletines de publicación periódica.

Campos de la ciencia

Originalmente **el conocimiento de la naturaleza era en gran medida la observación e interrelación de todas las experiencias, sin establecer divisiones**. Los eruditos pitagóricos sólo distinguían cuatro ciencias: **aritmética, geometría, música y astronomía**. En la época de Aristóteles, sin embargo, ya se reconocían otros campos: **mecánica, óptica, física, meteorología, zoología y botánica**. **La química** permaneció fuera de la corriente principal de la ciencia hasta la época de **Robert Boyle, en el siglo XVII**, y **la geología** sólo alcanzó la categoría de ciencia en el **siglo XVIII**. Para entonces **el estudio del calor, el magnetismo y la electricidad** se había convertido en una parte de la física. Durante el siglo XIX los científicos reconocieron que **las matemáticas puras** se distinguían de las otras ciencias **por ser una lógica de relaciones cuya estructura no depende de las leyes de la naturaleza**. Sin embargo, su aplicación a la elaboración de teorías científicas ha hecho que se las siga clasificando como ciencia.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

Las ciencias naturales puras suelen dividirse en **ciencias físicas y químicas, y ciencias de la vida y de la Tierra**. Las principales ramas del primer grupo son **la física, la astronomía y la química**, que a su vez se pueden subdividir en campos como **la mecánica o la cosmología**. Entre las ciencias de la vida se encuentran **la botánica y la zoología**; algunas subdivisiones de estas ciencias son **la fisiología, la anatomía o la microbiología**. **La geología** es una rama de las ciencias de la Tierra.

Sin embargo, todas las clasificaciones de las ciencias puras son arbitrarias. **En las formulaciones de leyes científicas generales se reconocen vínculos entre las distintas ciencias**. Se considera que estas relaciones son responsables de gran parte del progreso actual en varios campos de investigación especializados, como **la biología molecular y la genética**. Han surgido varias **ciencias interdisciplinares**, como la **bioquímica, la biofísica, las biomatemáticas o la bioingeniería**, en las que **se explican los procesos vitales a partir de principios físico-químicos**. Los bioquímicos, por ejemplo, sintetizaron **el ácido desoxirribonucleico** (ADN); la cooperación de biólogos y físicos llevó a la invención del **microscopio electrónico**, que permite el estudio de estructuras poco mayores que un átomo. Se prevé que la aplicación de estos **métodos interdisciplinares** produzca también resultados significativos en el terreno de **las ciencias sociales y las ciencias de la conducta**.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

Las ciencias aplicadas incluyen campos como la **aeronáutica, la electrónica, la ingeniería y la metalurgia —ciencias físicas aplicadas— o la agronomía y la medicina —ciencias biológicas aplicadas**. También en este caso existe un solapamiento entre las ramas. Por ejemplo, la cooperación entre la iatrofísica (una rama de **la investigación médica** basada en principios de la física) y **la bioingeniería** llevó al desarrollo de **la bomba corazón-pulmón** empleada en la cirugía a corazón abierto y al **diseño de órganos artificiales** como **cavidades y válvulas cardíacas, riñones, vasos sanguíneos o la cadena de huesecillos del oído interno**. Este tipo de avances suele deberse a las investigaciones de especialistas procedentes de diversas **ciencias**, tanto **puras** como **aplicadas**. **La relación entre teoría y práctica es tan importante para el avance de la ciencia en nuestros días como en la época de Galileo.** Véase también Filosofía de la ciencia.

Filosofía de la ciencia

Introducción

Filosofía de la ciencia, investigación sobre la naturaleza general de la práctica científica. La filosofía de la ciencia se ocupa de 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. Su objeto es tan antiguo y se halla tan extendido como la ciencia misma. Algunos científicos han mostrado un vivo interés por la filosofía de la ciencia y unos pocos, como Galileo, Isaac Newton y Albert Einstein, han hecho importantes contribuciones. Numerosos científicos, sin embargo, se han dado por satisfechos dejando la filosofía de la ciencia a los filósofos, y han preferido seguir 'haciendo ciencia' en vez de dedicar más tiempo a considerar en términos generales cómo 'se hace la ciencia'. Entre los filósofos, la filosofía de la ciencia ha sido siempre un problema central; dentro de la tradición occidental, entre las figuras más importantes anteriores al siglo XX destacan Aristóteles, René Descartes, John Locke, David Hume, Immanuel Kant y John Stuart Mill. Gran parte de la filosofía de la ciencia es indisociable de la epistemología, la teoría del conocimiento, un tema que ha sido considerado por casi todos los filósofos.

El problema de la Inducción

Los resultados de ***la observación y experimentación suministran la evidencia*** para ***una teoría científica***, pero no pueden demostrar que la teoría es correcta. Hasta ***la generalización empírica*** más modesta, por ejemplo que ***toda agua hierve a la misma temperatura***, va más allá de lo que puede ser deducido de la evidencia en sentido estricto. ***Si las teorías científicas no expresaran más que la evidencia que suele sustentarlas, tendrían poca utilidad***. No podrían ser utilizadas para ***predecir el curso de la naturaleza***, y carecerían de poder explicativo.

El vínculo no demostrativo o inductivo entre la evidencia y la teoría plantea uno de los problemas fundamentales de la ***teoría del conocimiento, el problema de la inducción***, dada su formulación clásica por David Hume, el filósofo escocés del siglo XVIII. ***Hume consideró simples predicciones basadas en observaciones pasadas***, por ejemplo, un vaticinio como: el sol saldrá mañana, teniendo en cuenta que se ha observado que siempre salía en el pasado. ***La vida sería imposible sin anticipar el futuro, pero Hume construyó una argumentación excelente para mostrar que estas inferencias son indefendibles desde presupuestos racionales***. Esta conclusión puede parecer increíble, pero la argumentación de Hume tiene todavía que ser contestada de un modo concluyente. Admitía que ***las deducciones inductivas*** han sido por lo menos razonablemente fiables hasta ahora, o no estaríamos vivos para considerar el problema, pero afirmaba que ***sólo podemos tener una razón para***

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

continuar confiando en la inducción si tenemos algún motivo para creer que la inducción seguirá siendo fiable en el futuro. Hume demostró entonces que tal razón no es posible. El nudo del problema es que ***pretender que la inducción será una garantía en el futuro es, en sí misma, una predicción y sólo podría ser justificada de manera inductiva***, lo que llevaría a una cuestión de principio. En concreto, ***mantener que la inducción quizá funcionará en el futuro porque ha resultado útil en el pasado es razonar en círculo, asumiendo la inducción para justificarla***. Si esta argumentación escéptica es válida, ***el conocimiento inductivo parece imposible, y no hay un argumento racional*** que se pueda plantear para disuadir a alguien que opina, por ejemplo, que ***es más seguro salir de la habitación por las ventanas que por la puerta***.

El problema de la inducción se relaciona de forma directa con la ciencia. Sin una respuesta a la argumentación de Hume, ***no hay razón para creer en ninguno de los aspectos de una teoría científica que vaya más allá de lo que, en realidad, se ha observado***. El asunto no es que las teorías científicas no resulten nunca ciertas por completo: esto es o debería ser una verdad obvia. ***El tema es más bien que no tenemos ninguna razón para suponer, por ejemplo, que el agua que no hemos sometido a prueba hervirá a la misma temperatura que el agua que hemos probado***. Los filósofos han realizado un continuo esfuerzo para resistir a esta conclusión escéptica. Algunos han tratado de demostrar que los ***modelos científicos para sopesar evidencias y***

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

formular inferencias son, de algún modo, racionales por definición; otros, que los éxitos pasados de nuestros sistemas inductivos son susceptibles de emplearse para justificar su uso futuro sin caer en círculos viciosos. Un tercer enfoque sostiene que, aunque no podemos demostrar que la inducción funcionará en el futuro, sí podemos demostrar que lo hará si algún método de predicción lo hace, por lo que es razonable utilizarlo. Mediante teorías más recientes, algunos filósofos han sostenido que *la actual fiabilidad de las prácticas inductivas*, algo que Hume no niega, *basta para proporcionar conocimiento inductivo sin otro requerimiento que el que la fiabilidad esté justificada.*

Karl Popper ha aportado una respuesta más radical al problema de la inducción, *una solución que constituye la base de su influyente filosofía de la ciencia.* De acuerdo con Popper, el razonamiento de Hume de que las inferencias son injustificables desde una perspectiva racional es correcto. Sin embargo, esto no amenaza *la racionalidad de la ciencia*, cuyas inferencias son, aunque parezca lo contrario, *deductivas en exclusiva.* La idea central de Popper es que mientras la evidencia nunca implicará que una teoría sea verdadera, puede rebatir la teoría suponiendo que sea falsa. Así, un número de cuervos negros no implica que todos los cuervos sean negros, pero la presencia de un único cuervo blanco supone que *la generalización* es falsa. Los científicos pueden, de esta forma, saber que una teoría es falsa, sin recurrir a la inducción. Además, enfrentados a una elección entre dos teorías opuestas, *pueden ejercer una preferencia*

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

racional si una de las teorías ha sido refutada pero la otra no; entonces es racional preferir una teoría que podría ser verdad respecto a una que se sabe es falsa. La inducción nunca entra en escena, de modo que el argumento de Hume pierde fuerza.

Esta ingeniosa solución al problema de la inducción se enfrenta con numerosas objeciones. Si fuera cierta, los científicos nunca tendrían ningún motivo para creer que alguna de sus teorías o hipótesis son siquiera correctas por aproximación o que alguna de las predicciones extraídas de ellas es verdad, ya que ***estas apreciaciones sólo podrían ser justificadas por vía inductiva.*** Además, parece que la posición de Popper ni siquiera permite a los científicos saber que una teoría es falsa, puesto que, según él, ***la evidencia que podría contradecir una teoría, puede no ser nunca reconocida como correcta.*** Por desgracia, ***las inferencias inductivas*** que los científicos plantean no parecen ni evitables ni justificables.

El problema de la descripción

Aunque la discusión de Hume sobre ***la justificación de la inducción representa un hito en la historia de la filosofía,*** sólo ofrece una cruda descripción de cómo, para bien o para mal, ***los métodos inductivos funcionan en realidad.*** Mantenía que ***la inferencia inductiva es sólo un hábito de formación.*** Al haber visto muchos cuervos negros, de modo tácito aplicamos la regla 'más de lo mismo' y suponemos que el próximo cuervo que encontremos será también negro. Esto, como es evidente, ***no***

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

hace justicia a la práctica inferencial de los científicos, ya que **éstos infieren a partir de la observación de entidades de una clase para llegar a la existencia y comportamiento de entidades de una clase muy diferente y a menudo no observable**. 'Más de lo mismo' no llevará a los científicos desde lo que se ve en el laboratorio a la existencia de los electrones o los campos electromagnéticos. ¿Cómo comprueban entonces los científicos sus teorías, sopesan la evidencia y establecen inferencias? Este es el problema de la descripción en contraste con ***el problema de la justificación*** de Hume.

El problema descriptivo puede parecer fácil de resolver: sólo hay que preguntar a los científicos que ***describan lo que hacen***. Es una ilusión. **Los científicos pueden ser eficaces sopesando evidencias, pero no son eficaces ofreciendo una declaración de principios que recoja cómo llegan a ellos**. Esto no es más sorprendente que el hecho de que los nativos de habla inglesa sean incapaces de explicar los principios por los que diferencian ***las oraciones gramaticales de las no gramaticales***. Lo más sorprendente es cuán difícil ha sido resolver el problema de la inducción incluso para los filósofos de la ciencia que han dedicado a ello su actividad.

Quizá la forma más corriente de ***mostrar cómo se comprueban las teorías sea mediante el modelo hipotético-deductivo***, según el cual ***las teorías se comprueban examinando las predicciones que implican***. **La evidencia que muestra que una predicción es correcta, confirma la teoría; la evidencia incompatible con la**

predicción, rebate la teoría, y cualquier otra evidencia es irrelevante. Si los científicos tienen una evidencia suficiente que corrobora y una no evidencia que rebate, pueden inferir que la teoría examinada es correcta. Este modelo, aunque es aproximado, parece en principio ser ***un reflejo razonable de la práctica científica***, pero está envuelto en dificultades concretas. La mayoría de éstas demuestran que ***el modelo hipotético-deductivo es demasiado permisivo, al tratar evidencias irrelevantes como si aportaran certezas materiales.*** Para mencionar tan sólo un problema, ***la mayoría de las teorías científicas no implican ninguna consecuencia observable por sí misma, sino sólo al relacionarse en conjunto con otras suposiciones de base. Si no hay alguna clase de restricción sobre las suposiciones admisibles, el modelo permitiría considerar cualquier observación como evidencia para casi cualquier teoría.*** Esto es un resultado absurdo, pero es difícil en extremo especificar las restricciones apropiadas.

Dadas las dificultades que afronta el modelo hipotético-deductivo, algunos filósofos han reducido sus miras y han intentado dar ***un modelo mejor de refuerzo inductivo para una serie de casos más limitada.*** El caso más sencillo es **una generalización empírica** del tipo 'todos los cuervos son negros'. Aquí parece claro que los cuervos negros apoyan la hipótesis, los cuervos no negros la refutan, y los no cuervos son irrelevantes. Aún así, esta modesta consideración entraña otros problemas. Supongamos que aplicamos el mismo tipo de consideración a la

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

hipótesis un tanto exótica de que todas las cosas no negras no son cuervos. Los no negros no cuervos (flores blancas, por ejemplo) la apoyan, los cuervos no negros la refutan, y los objetos son irrelevantes. ***El problema surge cuando observamos que esta hipótesis equivale a la hipótesis original del cuervo; decir que todas las cosas no negras son no cuervos es sólo un modo poco usual de decir que todos los cuervos son negros.*** Entonces ¿cualquier evidencia que apoye una hipótesis apoya la otra? Esto nos deja, sin embargo, con la conclusión bastante extraña de que las flores blancas proporcionan la evidencia de que todos los cuervos son negros. ***Esta paradoja del cuervo*** parece un truco lógico, pero ha resultado muy difícil de resolver.

La Explicación

Un reciente trabajo sobre ***el problema de los métodos de descripción inferencial en la ciencia*** ha tratado de evitar la debilidad del modelo hipotético- deductivo yendo más allá de ***las relaciones lógicas para responder a la conexión de la evidencia con la teoría.*** Algunas consideraciones intentan describir cómo ***la plausibilidad de teorías e hipótesis puede variar conforme se va avanzando en las comprobaciones, y han enlazado esta idea con un cálculo formal de probabilidades.*** Otras apelan al contenido específico de las hipótesis sometidas a comprobación, en especial las ***afirmaciones causales*** que hacen muchas de ellas. En el siglo XIX, John Stuart Mill dio cuenta de ***las inferencias desde los efectos a las causas que puede ser extendida para aportar un modelo de inferencia científica.*** Uno

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

de los procedimientos por el que se ha intentado esa expansión ha sido recurriendo al concepto de explicación. La idea básica del modelo de inducción para la mejor explicación es que **los científicos infieren desde la evidencia válida a la hipótesis que, de ser correcta, proporcionaría la mejor explicación de esa evidencia.**

Si la inferencia para la mejor explicación debe de ser algo más que un eslogan, sin embargo, se requiere alguna consideración independiente de explicación científica. El punto de partida para la mayoría del trabajo filosófico contemporáneo sobre **la naturaleza de la explicación científica es el modelo deductivo-nomológico, según el cual una explicación científica es una deducción de una descripción del fenómeno para ser explicada desde un conjunto de premisas que incluye, por lo menos, una ley de la naturaleza.** Así, se podría explicar por qué sube el mercurio en un termómetro señalando **el ascenso de la subida en la temperatura a partir de una ley que relaciona la temperatura y el volumen de los metales.** El tema aquí es saber **qué hace que algo sea una ley de la naturaleza,** otro de los tópicos centrales de la filosofía de la ciencia. **No todas las generalizaciones verdaderas son leyes de la naturaleza.** Por ejemplo, la afirmación de que todas las esferas de oro tienen un diámetro de menos de diez millas es una verdad presumible pero no es una ley. Las genuinas leyes de la naturaleza parecen tener un tipo de necesidad de la que carece la afirmación sobre las esferas de oro. **Describen no sólo cómo funcionan las cosas en realidad sino cómo, de algún**

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

modo, deben funcionar. Sin embargo, está lejos de ser evidente cómo tendría que articularse esta noción de necesidad.

Otra dificultad para el modelo deductivo-nomológico de explicación es que, al igual que ***el modelo hipotético-deductivo de comprobación***, con el cual mantiene una notable similitud estructural, este modelo también es demasiado permisivo. Por ejemplo, el periodo (la duración de una oscilación) de un péndulo determinado puede deducirse de la ley que se refiere ***al periodo y recorrido de los péndulos en general***, junto con el recorrido de ese péndulo determinado. ***El recorrido del péndulo es considerado de modo habitual como explicativo del periodo***. Sin embargo, la deducción puede llevarse a cabo en el sentido opuesto: ***es posible calcular el recorrido de un péndulo si se conoce su periodo***. Pero el periodo no está considerado por lo común como explicativo del recorrido del péndulo. De este modo, mientras que ***la deducción funciona en ambos sentidos, se considera que la explicación va sólo en un único sentido***. Dificultades de esta índole han llevado a algunos filósofos a desarrollar ***procesos causales de explicación***, según los cuales ***explicamos los acontecimientos aportando información sobre sus procesos causales***. Este enfoque es atractivo, pero pide ***un análisis de causalidad***, un proyecto que se enfrenta a muchas de las mismas dificultades que tenía analizar las leyes de la naturaleza. Además, se necesita decir más ***sobre qué causas de un acontecimiento lo explican***. **El Big Bang es presumiblemente parte de la historia causal de cada acontecimiento, pero no**

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

aporta una explicación adecuada para la mayoría de ellos. Una vez más, hay un problema de ***permisividad excesiva***.

Realismo e 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 ellos 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,

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

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***

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

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 las 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.***

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

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.***

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

Una 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

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

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.

Objetividad y relativismo

Aunque realistas e instrumentalistas discrepan sobre la capacidad de la ciencia para describir el mundo invisible, casi todos coinciden en que **la ciencia es objetiva, porque descansa sobre evidencias objetivas**. Aunque algunos resultados experimentales son inevitablemente erróneos, **la historia de la evidencia es en gran parte acumulativa, en contraste con la historia de las teorías de alto nivel**. En resumen, **los científicos sustituyen las teorías pero aumentan los datos**. Sin embargo, esta idea de la objetividad y autonomía de la evidencia observacional de las teorías científicas ha sido criticada, sobre todo en los últimos 30 años.

La objetividad de la evidencia ha sido rechazada partiendo de la premisa de que la evidencia científica está, de manera inevitable, contaminada por las teorías científicas. No es sólo que los científicos tiendan a ver lo que quieren ver, sino **que la observación científica es sólo posible en el contexto de presuposiciones teóricas concretas. La observación es 'teoría cargada'**. En una versión extrema de esta idea, **las teorías no**

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

pueden ser probadas, ya que la evidencia siempre presupondrá la misma teoría que se supone tiene que probar. Versiones más moderadas permiten alguna noción de la ***prueba empírica***, pero siguen introduciendo discontinuidades históricas en la evidencia para compararla con las discontinuidades a nivel teórico. Si todavía es posible hacer algún juicio del progreso científico, no puede ser en términos de acumulación de conocimiento, ya se trate de un enfoque teórico o desde el punto de vista de la observación.

Si la naturaleza de la evidencia cambia conforme cambian las teorías científicas, y la evidencia es nuestro único acceso a los hechos empíricos, entonces quizá los hechos también cambien.

Este es ***el relativismo en la ciencia***, cuyo representante reciente más influyente es ***Thomas Kuhn***. Al igual que el gran filósofo alemán del siglo XVIII Immanuel Kant, ***Kuhn mantiene que el mundo que la ciencia investiga debe ser un mundo hasta cierto punto constituido por las ideas de aquellos que lo estudian.*** Esta noción de la constitución humana del mundo no es fácil de captar. No ocurre lo mismo que en ***la visión idealista clásica que explica que los objetos físicos concretos sólo son en realidad ideas reales o posibles, implicando que algo es considerado como objeto físico o como un objeto de cierto tipo, por ejemplo una estrella o un planeta, sólo en la medida en la que la gente así los categoriza.*** Para Kant, ***la contribución que parte de la idea y lleva a la estructura del mundo es sustancial e inmutable.*** Consiste en categorías muy generales tales como ***espacio, tiempo y***

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

causalidad. Para Kuhn, **la contribución es asimismo sustancial, pero también muy variable, ya que la naturaleza de la contribución viene determinada por las teorías y prácticas concretas de una disciplina científica en un momento determinado.** Cuando esas teorías y prácticas cambian, por ejemplo, en la transición desde la mecánica newtoniana a las teorías de Einstein, también cambia la estructura del mundo sobre la que tratan este conjunto de teorías. La imagen de los científicos descubriendo más y más sobre una realidad idea independiente aparece aquí rechazada por completo.

Aunque radical desde el plano metafísico, el concepto de ciencia de Kuhn es conservador desde una perspectiva epistemológica. Para él, **las causas del cambio científico son, casi de forma exclusiva, intelectuales y pertenecen a una reducida comunidad de científicos especialistas.** Hay, sin embargo, otras opciones actuales de relativismo sobre la ciencia que rechazan esta perspectiva de carácter interno, e insisten en que **las principales causas del cambio científico incluyen factores sociales, políticos y culturales que van mucho más allá de los confines del laboratorio.** Ya que no hay razón para creer que estos factores variables conducen al descubrimiento de la verdad, esta **idea social constructivista de la ciencia** es quizás casi más hostil al realismo científico que lo es la posición kuhniana.

Los realistas científicos no han eludido estos desafíos. Algunos han acusado a **los relativistas** de adoptar lo que viene a ser una posición de autocontradicción. Si, como se afirma, no hay nada

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

que sea verdad, esta afirmación tampoco puede ser entonces verdadera. Los realistas han cuestionado también **la filosofía del lenguaje** latente detrás de la afirmación de Kuhn de que las sucesivas teorías científicas se refieren a diferentes entidades y fenómenos, manteniendo que **el constructivismo social ha exagerado la influencia a largo plazo de los factores no cognitivos sobre la evolución de la ciencia**. Pero el debate de **si la ciencia es un proceso de descubrimiento o una invención es tan viejo como la historia de la ciencia y la filosofía**, y no hay soluciones claras a la vista. Aquí, como en otras partes, los filósofos han tenido mucho más éxito en poner de manifiesto las dificultades que en resolverlas. Por suerte, una valoración de cómo la práctica científica resiste una explicación puede iluminar por sí misma la naturaleza de la ciencia.

Causalidad

Introducción

Causalidad, en la filosofía occidental, **designa la relación entre una causa y su efecto**. El gran filósofo griego Aristóteles enumeró cuatro tipos de causas diferentes: la material, la formal, la eficiente y la final. **La causa material es aquella de la que está hecha cualquier cosa**, por ejemplo, el cobre o el mármol es la causa material de una estatua. **La causa formal es la forma, el tipo o modelo según el cual algo está hecho**; así, el estilo de la arquitectura será la causa formal de una casa. **La causa eficiente es el poder inmediato activo para producir el trabajo**, por ejemplo la energía manual de los trabajadores. **La causa final es el objeto o el motivo por el cual el trabajo se hace**, es decir, el placer del propietario. Los principios que Aristóteles perfiló forman la base del concepto científico moderno de que estímulos específicos producen resultados modélicos y generalizados bajo condiciones sometidas a control. Otros filósofos griegos, de forma relevante el escéptico del siglo II Sexto Empírico, criticaron **los principios de causalidad**.

Nociones enfrentadas

En los inicios de la filosofía moderna, las leyes de la causalidad establecidas por Aristóteles fueron una vez más puestas en tela de juicio. **El filósofo francés y matemático René Descartes y sus discípulos pensaron que una causa puede contener las cualidades del efecto o el poder para producir el efecto**. Los

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

científicos físicos de los siglos XVII y XVIII tuvieron a menudo ***una idea mecanicista de la causalidad, reduciendo la causa a una acción o cambio seguido por otro movimiento o cambio, con una paridad matemática entre medidas del movimiento.*** El filósofo británico David Hume llevó a una conclusión lógica ***el juicio de Sexto Empírico*** según el cual **la causalidad no es una relación real, sino una ficción de la mente o, desde una perspectiva más general, de los sentidos.** Para explicar el origen de esta ficción Hume recurrió a la ***doctrina de la asociación.***

La explicación de Hume de la causa condujo al filósofo alemán Immanuel Kant a situar ***la causa como una categoría fundamental del entendimiento.*** Kant mantenía que **el único mundo objetivo cognoscible es el producto de una actividad sintética del entendimiento, de la razón.** Aceptó la conclusión escéptica de Hume en lo que se refiere al mundo físico. Sin embargo, insatisfecho con la idea de que ***la experiencia sólo es una sucesión de percepciones sin ninguna relación por descubrir o coherencia,*** Kant decidió que **la causalidad es uno de los principios de coherencia que se obtienen en el mundo de los fenómenos, y que está presente en un orden universal porque el pensamiento es un elemento del mundo de los fenómenos y sitúa a la causalidad como parte de él.**

El filósofo británico John Stuart Mill retomó el problema en este punto. ***Rechazó el postulado fundamental o principio del trascendentalismo de Kant,*** es decir, que **el pensamiento es responsable del orden del mundo.** Mill buscaba justificar la

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

creencia en la causalidad universal sobre principios empiristas; ***una proposición es significativa cuando describe aquello que puede ser objeto de la experiencia.***

Tendencias modernas

En paralelo al método empirista como fuente de todo conocimiento, se plantea una definición que ha alcanzado hoy una gran aceptación. **La causa de cualquier efecto es consecuencia de un precedente sin el cual el efecto en cuestión nunca se hubiera producido.** Esta es una idea mecanicista de la ***causalidad***, muy popular en círculos científicos. Todos los acontecimientos previos completarían la causa completa.

Muchos filósofos niegan la última realidad, o por lo menos la validez fundamental, de ***la relación causal***. Así, el filósofo estadounidense Josiah Royce mantenía que ***la categoría de un orden serial, del que la categoría de causa es un caso específico, está en sí misma subordinada a la categoría última de propósito.*** El filósofo francés Henri Bergson afirmaba que ***la realidad última o la vida no está ligada por secuencias causales exactas.*** Es un proceso de crecimiento en el que **lo imprevisible, y por lo tanto lo no causado, acontece con gran frecuencia.** En el tiempo real no ocurren repeticiones exactas, y donde no hay repetición no hay causa, ya que la causa significa que lo que antecede se reitera subordinado por la misma consecuencia.

Epistemología

Introducción

Epistemología (del griego, **episteme**, 'conocimiento'; **logos**, 'teoría'), rama de la filosofía que trata de los problemas filosóficos que rodean a la denominada **teoría del conocimiento**. La epistemología **se ocupa de la definición del saber y de los conceptos relacionados, de las fuentes, de los criterios, de los tipos de conocimiento posible y del grado con el que cada uno resulta cierto**; así como de la relación exacta entre el que conoce y el objeto conocido.

Epistemología griega y medieval

Durante el siglo V a.C., los sofistas griegos cuestionaron la posibilidad de que hubiera un conocimiento fiable y objetivo. Por ello, uno de los principales sofistas, Gorgias, afirmó que nada puede existir en realidad, que **si algo existe no se puede conocer, y que si su conocimiento fuera posible, no se podría comunicar**. Otro importante sofista, Protágoras, mantuvo que ninguna opinión de una persona es más correcta que la de otra, porque cada individuo es el único juez de su propia experiencia. Platón, siguiendo a su ilustre maestro Sócrates, intentó contestar a los sofistas dando por sentado **la existencia de un mundo de “formas o ideas”, invariable e invisible, sobre las que es posible adquirir un conocimiento exacto y certero**. En el famoso mito de la caverna, que aparece en uno de sus principales diálogos, **La República**, Platón mantenía que **las cosas que uno ve y palpa son sombras**,

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

copias imperfectas de las formas puras que estudia la filosofía. Por consiguiente, sólo el razonamiento filosófico abstracto proporciona un conocimiento verdadero, mientras que la percepción facilita opiniones vagas e inconsistentes. Concluyó que ***la contemplación filosófica del mundo de las ideas es el fin más elevado de la existencia humana.***

Aristóteles siguió a Platón al considerar que ***el conocimiento abstracto es superior a cualquier otro***, pero discrepó en cuanto al método apropiado para alcanzarlo. ***Aristóteles mantenía que casi todo el conocimiento se deriva de la experiencia (pensamiento filosófico empirista).*** El conocimiento se adquiere ya sea por vía directa, con la abstracción de los rasgos que definen a una especie, o ***de forma indirecta, deduciendo nuevos datos de aquellos ya sabidos, de acuerdo con las reglas de la lógica (pensamiento filosófico racionalista).*** La observación cuidadosa y la adhesión estricta a las reglas de la lógica (silogismo aristotélico), que por primera vez fueron expuestas de forma sistemática por Aristóteles, ayudarían a superar las trampas teóricas que los sofistas habían expuesto. ***Las escuelas del estoicismo y del epicureísmo*** coincidieron con Aristóteles en que el conocimiento nace de la percepción pero, al contrario que Aristóteles y Platón, mantenían que la filosofía debía ser considerada como una guía práctica para la vida y no como un fin en sí misma.

Después de varios siglos de declive del interés por ***el conocimiento racional y científico, santo Tomás de Aquino*** (máximo representante del ***escolasticismo***) y otros filósofos de la edad

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

media ayudaron a devolver la confianza en la razón y la experiencia, combinando **los métodos racionales y la fe en un sistema unificado de creencias**. Tomás de Aquino coincidió con Aristóteles en considerar **la percepción como el punto de partida y la lógica como el procedimiento intelectual para llegar a un conocimiento fiable de la naturaleza, pero estimó que la fe en la autoridad de la Biblia era la principal fuente de la creencia religiosa**.

Racionalismo y Empirismo

Desde el siglo XVII hasta finales del siglo XIX la epistemología enfrentó a los **partidarios de la razón y a los que consideraban que la percepción (experiencia) era el único medio para adquirir el conocimiento**.(véase *Historia y Evolución del Pensamiento Científico*, Autor: Ramón Ruiz Limón: www.monografias.com/epistemologia; en línea a partir del 28 Marzo, 2007).

Para los seguidores del racionalismo (entre los que sobresalieron 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**. En su *Discurso del método* (1637), Descartes inauguró el nuevo método que podía permitir alcanzar la certeza y el fundamento de la racionalidad.

El discurso del Método (cuatro reglas de conocimiento)

Las siguientes reglas fueron publicadas en el año de 1637 cuyo autor fue René Descartes, quien es conocido como el **padre de la filosofía moderna y creador de la geometría analítica**; se aventuró a ir mas allá del pensamiento empirista y racionalista, y del modelo filosófico y científico de Aristóteles (silogismo aristotélico) predominante en aquel tiempo; y esto le permitió construir un modelo matemático para representar y explicar los fenómenos naturales que se presentan y se manifiestan en la naturaleza.

1. Nunca asumir como verdadera una propuesta que no se presente evidentemente como verdadera.
2. Dividir cada problema en tantas partes como sea posible y conveniente para su solución.
3. Establecer un orden para la dirección del pensamiento, comenzando por los objetos más simples, y al llegar a conocerlos de manera clara, ascender lenta y gradualmente al conocimiento de los más complicados, asumiendo el orden entre aquellos que no presentan una secuencia natural.
4. Efectuar enumeraciones tan completas, y reseñadas tan generales que se este seguro de no omitir nada.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

Mientras que, para los principales representantes del empirismo (especialmente los ingleses Francis Bacon y John Locke) la fuente principal y prueba última del conocimiento era la percepción (experiencia). 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. En su **Ensayo sobre el entendimiento humano** (1690), 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, autor de **Tratado sobre los principios del conocimiento humano** (1710), 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, cuyo más famoso tratado epistemológico fue **Investigación sobre el entendimiento humano** (1751), siguió con la tradición empirista, pero no aceptó la conclusión de Berkeley de que el

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

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.

En dos de sus trabajos más importantes, ***Crítica de la razón pura (1781)*** y ***Crítica de la razón práctica (1788)***, 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 alcanzar un conocimiento exacto y cierto, 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 a partir de la

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

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**.

Durante el siglo XIX, el filósofo alemán Georg Wilhelm Friedrich Hegel retomó la afirmación racionalista de que **el conocimiento de la realidad puede alcanzarse con carácter absoluto equiparando los procesos del pensamiento, de la naturaleza y de la historia**. Hegel provocó un interés por la historia y el enfoque histórico del conocimiento que más tarde fue realizado por Herbert Spencer en Gran Bretaña y la escuela alemana del historicismo. Spencer y el filósofo francés Auguste Comte llamaron la atención sobre la importancia de la sociología como una rama del conocimiento y ambos aplicaron **los principios del empirismo** al estudio de la sociedad.

La escuela estadounidense del pragmatismo, fundada por los filósofos Charles Sanders Peirce, William James y John Dewey a principios del siglo XX, llevó el empirismo aún más lejos al mantener que **el conocimiento es un instrumento de acción y que todas las creencias tenían que ser juzgadas por su utilidad como reglas para predecir las experiencias**.

Epistemología en el siglo XX

A principios del siglo XX los problemas epistemológicos fueron discutidos a fondo y sutiles matices de diferencia empezaron a dividir a las distintas escuelas de pensamiento rivales. Se prestó especial atención a la relación entre ***el acto de percibir algo, el objeto percibido de una forma directa y la cosa que se puede decir que se conoce como resultado de la propia percepción***. Los autores fenomenológicos afirmaron que los objetos de conocimiento son los mismos que los objetos percibidos. Los neorrealistas sostuvieron que se tienen percepciones directas de los objetos físicos o partes de los objetos físicos en vez de los estados mentales personales de cada uno. Los realistas críticos adoptaron una posición intermedia, manteniendo que aunque se perciben sólo datos sensoriales, como los colores y los sonidos, éstos representan objetos físicos sobre los cuales aportan conocimiento.

El filósofo alemán Edmund Husserl elaboró un procedimiento, la fenomenología, para enfrentarse al problema de clarificar la relación entre ***el acto de conocer y el objeto conocido***. Por medio del ***método fenomenológico se puede distinguir cómo son las cosas a partir de cómo uno piensa que son en realidad, alcanzando así una comprensión más precisa de las bases conceptuales del conocimiento***.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

Durante el segundo cuarto del siglo XX surgieron dos nuevas escuelas de pensamiento. Ambas eran deudoras del filósofo austriaco Ludwig Wittgenstein, autor de obras revolucionarias como el *Tractatus logico-philosophicus* (1921). Por una parte, la Escuela de Viena, adscrita al denominado empirismo o positivismo lógico, hizo hincapié en que sólo era posible una clase de conocimiento: el conocimiento científico. Sus miembros creían que cualquier conocimiento válido tiene que ser verificable en la experiencia y, por lo tanto, que mucho de lo que había sido dado por bueno por la filosofía no era ni verdadero ni falso, sino carente de sentido. A la postre, siguiendo a Hume y a Kant, se tenía que establecer una clara distinción entre enunciados analíticos y sintéticos. El llamado criterio de verificabilidad del significado ha sufrido cambios como consecuencia de las discusiones entre los propios *empiristas lógicos*, así como entre sus críticos, pero no ha sido descartado. La última de estas recientes escuelas de pensamiento, englobadas en el campo del *análisis lingüístico o filosofía analítica del lenguaje común*, parece romper con la epistemología tradicional. Los analistas lingüísticos se han propuesto estudiar el modo real en que se usan los términos epistemológicos claves (*conocimiento, percepción y probabilidad*) y formular reglas definitivas para su uso con objeto de evitar confusiones verbales. El filósofo británico John Langshaw Austin afirmó, por ejemplo, que decir que *un enunciado es verdadero no añade nada al enunciado excepto una promesa por parte del que habla o escribe*. Austin no considera la verdad

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

como una cualidad o propiedad de los enunciados o elocuciones.

Instrumentalismo

Instrumentalismo, en la filosofía estadounidense, variedad del pragmatismo, que fue desarrollada en la Universidad de Chicago por John Dewey y sus colegas. ***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.*** El énfasis que el instrumentalismo pone en aspectos reales y experimentales ha tenido consecuencias importantes sobre el pensamiento estadounidense. Dewey y sus seguidores han aplicado sus ideas en campos como ***la educación y la psicología*** con notable éxito.

Leyes de desarrollo de la ciencia

Se considera que las leyes fundamentales de desenvolvimiento de la ciencia son las siguientes:

- a) La dependencia en que se halla el desarrollo de la ciencia con respecto a la práctica histórico-social, y que constituye la principal fuerza motriz o fuente de su avance.
- b) La relativa independencia de que goza la ciencia en su desarrollo. Cualesquiera que sean los problemas concretos que la práctica le plantea, su solución puede llevarse a cabo tan sólo después de que el propio proceso de conocimiento de la realidad haya alcanzado determinados grados de desarrollo, proceso que se efectúa siguiendo un orden consecuente de transición de los fenómenos a su esencia y de una esencia menos profunda a otra que cada vez lo es más.
- c) La sucesión en el desarrollo de las ideas y principios, teorías y conceptos, métodos y procedimientos de la ciencia; la indisolubilidad de todo conocimiento de la realidad como proceso internamente único y orientado hacia un fin determinado. Cada etapa más elevada en el desarrollo de la ciencia surge sobre la base de las etapas precedentes, conservando todo lo realmente valioso que había sido acumulado con anterioridad. A medida que las verdades relativas van integrando la verdad absoluta, la verdad (relativa) conseguida en una etapa posterior se manifiesta en correspondencia

interna con la verdad más incompleta, lograda con anterioridad.

d) EL desarrollo paulatino de la ciencia, dentro de la alternación de los períodos de su desenvolvimiento relativamente tranquilo (evolutivo) con los de transformación brusca (revolucionaria) de sus bases teóricas y del sistema de sus conceptos e ideas (cuadros del mundo). El desenvolvimiento evolutivo de toda la ciencia constituye un proceso de acumulación sucesiva de nuevos hechos y datos experimentales dentro del marco de las concepciones teóricas, conceptos y principios admitidos con anterioridad. La revolución se manifiesta en la ciencia cuando comienza un cambio radical y una reestructuración de los conceptos previamente establecidos, una revisión de las tesis, leyes y principios fundamentales como resultado de la acumulación de nuevos datos y del descubrimiento de nuevos fenómenos que no tienen cabida dentro de las concepciones precedentes. Sin embargo, no se transforma y elimina el contenido de los conocimientos anteriores, sino su interpretación errónea; como sucede, por ejemplo la Teoría de Ptolomeo fue corregida por Copernico con la Teoria Heliocentrica, con la falsa universalidad de aquellos principios y leyes que tenían únicamente carácter relativo, de valor limitado.

e) La correlación y la interdependencia de todas las ramas que componen la ciencia, como resultado de lo cual el

contenido de una ciencia determinada puede y debe ser investigado con ayuda de los procedimientos y métodos de otra. Ello da lugar a las condiciones necesarias para descubrir de un modelo más profundo y completo la esencia y las leyes de fenómenos cualitativamente distintos. Semejante interrelación entre las partes que integran la ciencia determina ciertas particularidades de su desarrollo histórico, especialmente la sucesión con que surgen sus distintas ramas.

- f) La libertad de crítica, la polémica sin trabas sobre problemas discutibles o dudosos de la ciencia y el enfrentamiento abierto y espontáneo de distintas opiniones. Debido a que la ciencia no descubre de forma inmediata y directa el carácter dialécticamente contradictorio de los procesos que tienen lugar en la naturaleza, las opiniones y los puntos de vista opuestos reflejan tan sólo algunos de los aspectos de las contradicciones que existen en los fenómenos que se estudian. Como resultado de semejante pugna, se supera la inevitable parcialidad inicial de los distintos puntos de vista sobre el objeto de investigación y se elabora una concepción unificada, que está más de acuerdo con la realidad, lo cual no se hubiese conseguido de haber declarado desde el principio que uno de los bandos estaba en posesión de la verdad absoluta.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

Las principales características que posee la ciencia, así concebida, son las siguientes: **sistemática, acumulativa, metódica, provisional, comprobable, especializada, abierta y producto de una investigación científica.**

Epistemología (del griego, episteme, 'conocimiento'; logos, 'teoría'), rama de la filosofía que trata de los problemas filosóficos que rodean a la denominada teoría del conocimiento. **La epistemología se ocupa de la definición del saber y de los conceptos relacionados, de las fuentes, de los criterios, de los tipos de conocimiento posible y del grado con el que cada uno resulta cierto; así como de la relación exacta entre el que conoce y el objeto conocido.**

Filosofía de la ciencia, investigación sobre la naturaleza general de la práctica científica. **La filosofía de la ciencia se ocupa de 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.** Su objeto es tan antiguo y se halla tan extendido como la ciencia misma.

Ciencias naturales:

Son aquellas disciplinas del pensamiento que permiten e incrementan el conocimiento del medio físico que rodea al hombre su objeto de estudio incluye la materia inerte y los seres vivos.

Las ciencias de la naturaleza llegan a sus adquisiciones admitiendo, suponiendo, que el universo es el conjunto de los seres sometidos a relaciones los cuales: lo que precisamente es el

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

concepto de la naturaleza. El concepto de la naturaleza es una base metódica para operar lo social en general, desempeña idéntica fundamentación en las ciencias particulares de la sociedad (ciencias sociales).

Las ciencias de la naturaleza adquieren una lógica de las ciencias naturales, cuya fundamental tarea es la de definir la esencia de la naturaleza del mismo modo el conjunto de las ciencias de la sociedad.

Corrientes Epistemológicas

Esta sección nos permitirá conocer como influyen cada una de las posturas en nuestra practica diaria, y cual es el proceso de las diferentes formas del conocimiento científico.

Inductivismo:

Esta corriente se basa en razonamientos inductivos. Según los inductivistas el conocimiento científico es probado, objetivo, fiable. La observación científica ocupa todo los sentidos (órganos sensoriales o mediadores), mente libre de prejuicios. “Los enunciados observacionales son singulares por que tienen un lugar y un momento determinado, todos son enunciados universales: afirmaciones generales que dan lugar a leyes y teorías constituyendo así conocimientos científicos.” Los resultados de la observación y experimentación dan la evidencia para una teoría científica, pero no pueden demostrar que la teoría es correcta. Si las teorías científicas no expresan las evidencias, son poca útil.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

Según esta postura, inductivistas, a medida que aumenta el número de los hechos en la observación y experimentación estos se van mejorando, más son las leyes y teorías que se pueden obtener, cada vez con mayor generalidad y alcance por razonamientos inductivos. El crecimiento de las ciencias es constante y en acenso, lo que nos demuestra que el conocimiento va cambiando.

Lógica y razonamientos deductivos

El científico cuenta con leyes y teorías universales que sirven por consecuencia como explicación y predicción. Por el empleo de razonamiento deductivo La deducción se ocupa de la dirección de enunciados a partir de otros enunciados dados.

- 1- observa y registran los hechos, sin conjeturas;
- 2- analizan, comparan, clasifican los hechos;
- 3- llega a una generalización inductiva.

La investigación sería inductiva y deductiva utilizando las generalizaciones previas.

Los inductivista dan mayor importancia a las experiencias que a la lógica y para ellos la objetividad de las ciencias se deriva de los hechos que de la observación. Para el inductivista, la fuente de la verdad no es la lógica sino la experiencia. La objetividad de la ciencia inductivistas se derivan de los hechos que la observación como el razonamiento inductivo.

Esta postura sostiene la objetividad de los conocimientos, ó sea, los enunciados no dependen del gusto, de la opinión, las esperanzas o expectativas del observador, pero hoy no se puede afirmar esta postura debido a que todo los investigadores están

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

inserto en un medio social que permite afirmar que siempre hay una influencia sobre el que carga de subjetividad a los hechos observados, como es la ideología.

Se puede decir que **el deductivismo** tiene razón cuando afirma que **la ciencia no comienza con enunciados observacionales ya que toda teoría siempre se deriva de otros enunciados y que toda teoría es guiada por la observación y la explicación**, esto se puede comparar con la educación actual ya que los contenidos educacionales siempre deben ir acompañados con la practica y la adquisición de valores sociales.

Por tanto, la Deducción, en lógica, es una **forma de razonamiento donde se infiere una conclusión a partir de una o varias premisas**. En la argumentación deductiva válida **la conclusión debe ser verdadera si todas las premisas son asimismo verdaderas**. Así por ejemplo, si se afirma que todos los seres humanos cuentan con una cabeza y dos brazos y que Carla es un ser humano, en buena lógica entonces se puede concluir que Carla debe tener una cabeza y dos brazos. Es éste un ejemplo de silogismo, **un juicio en el que se exponen dos premisas de las que debe deducirse una conclusión lógica**. La deducción se expresa casi siempre bajo **la forma del silogismo**.

Falsacionismo:

“Falsabilidad, concepto usado por el filósofo Karl Raimund Popper, que designa la posibilidad que tiene una teoría de ser desmentida, falseada o ‘falsada’ por un hecho determinado o por algún enunciado que pueda deducirse de esa teoría y no pueda ser verificable empleando dicha teoría.”

Según esta postura afirma la necesidad de que una teoría tenga que ser falseada y de esta forma se verificara su permanencia y que sean mas validas, cuando mas soporte la falsaciones mas estables sea la misma y toda teoría que no pueda ser falseada no debe ser considerada científica.

Para esta postura ***las teorías deben construirse mediante suposiciones especulativas y provisionales, y por medio del intelecto humano se debe encontrar la solución.*** Cuando se tiene una teoría esta debe ser comprobada rigurosamente desde ***la observación y la experimentación, las teorías que no superen estas pruebas deben ser reemplazadas por otras nuevas.***

Esta teoría es muy acertada por que actualmente ***se puede decir que los conocimientos científicos se basan en el ensayo y el error (aproximaciones sucesivas)***, lo que le permite afirmar que un conocimiento es verdadero hoy y que mañana puede ser removido por otro mejor.

Nunca se puede decir que un tema es verdadero, se puede decir que es la mejor disponible.

Entonces, una hipótesis es falseable si existe un enunciado falseable posible que sea incompatible con ella.

Cuando más firme es una teoría, más oportunidades habrán de demostrar que el nudo se comporta como lo establece la teoría. Una teoría muy buena será aquella que haga afirmaciones de muy alto alcance acerca del nudo, y en consecuencia, muy falseable y resista las falsaciones cada vez que se someta a prueba.

Un claro ejemplo de esta postura es la elaboración y descubrimiento de nuevas vacunas que buscan mejorar la calidad de vida de las personas.

Programas de investigación:

La ciencia avanza de modo mas eficaz si las teorías están estructuradas de manera que contengan en ellas prescripciones e indicaciones muy claras respecto a como se debe desarrollar y ampliar, por eso deben obedecer a un programa de investigaciones.

Las ciencias poseen un núcleo central que la protege de las falsaciones mediante un cinturón de protección de hipótesis auxiliares, etc. También poseen líneas que indican como desarrollar el programa de investigación.

Todo programa de investigación debe tener:

- a)- Grado de coherencia.
- b)- Conducir al descubrimiento de nuevos fenómenos.

c)- Satisfacer ambas para calificarse como científico.

Los programas de investigación también son muy importante en el campo científico ya que este permite que cuando un investigador necesita resolver un problema, comience por una estructura que le servirá para guiarse en todo el proceso y de esta forma pueda resguardar su teoría para que esta no sea influenciada por otras que le pueden llevar a el error en el momento de obtener las conclusiones. Los resultados que se obtiene en las comprobaciones experimentales son las que determinan las dediciones de mantener o rechazar una hipótesis. Como dificultad que posee estos programa es el tiempo que requieren en el desarrollo de los mismos, por que en los tiempos que corremos todo se basa en la rapidez en la inmediatez. También hay que aclarar que ningún programa pede ser afirmado como mejor que otro ya que no tardar en surgir otro que sea rival y pueda presentar mejores resultados.

Paradigmas:

Un paradigma esta constituido por los supuestos teóricos generales, las leyes y técnicas para su aplicación que adoptan los miembros de una determinada comunidad científica. Los que están en un paradigma, están en una ciencia normal, que articula y desarrolla el paradigma en su intento por explicar y concordar hechos reales, tal y como se revelan a través de los resultados de la experimentación, y encontrar dificultades y falsaciones, y si son significativas se desarrollan una crisis, que se

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

resolverá al surgir un paradigma nuevo, la que acarrea la adhesión de mas científicos y abandonen el original, este cambio es la revolución científica.

Los paradigmas son modelos que nos demuestran que en lo científico también es necesario trabajar en forma conjunta, para poder obtener buenos resultados, esta postura permite que los conocimientos obtenidos hoy puedan ser mejorados por medio de investigaciones que dan lugar a la consensualización de las mismas y que luego las mismas puedan ser remplazada por otras nuevas y descartar los conocimientos viejos y quedan obsoletos en nuestra cotidianidad también permite que cada modelo se adapte a los momentos históricos que se dan en las sociedades y así se puedan ir adaptando a las características de los individuos que viven el momento histórico

La ciencia normal y las revoluciones desempeñan revoluciones necesarias, de modo que las ciencias deben conllevar estas características o algunas otras que sirven para efectuar las mismas funciones.

Los periodos normales proporcionan la oportunidad de que los científicos desarrollen los detalles de una teoría.

La teoría anarquista del conocimiento de Feyerabend:

Para Feyerabend, la ciencia es una actividad esencialmente anárquica: escapa a cualquier teoría del conocimiento que pretenda recoger en un único modelo de racionalidad el rico material de su propia historia, dado que las revoluciones científicas acontecen cuando los grandes científicos sostienen

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

teorías y puntos de vista incompatibles con aquellos principios considerados evidentes, violando así los criterios de racionalidad aceptados por la mayor parte de los estudiosos.

Todas las metodologías tienen limitaciones y la única regla que queda en pie es la de "que todo vale", demuestra que no es aconsejable que las elecciones y disociaciones de los científicos estén obligadas por las reglas establecidas por las metodologías de las ciencias o implícitas en ella.

El anarquismo en lo científico es una postura que nos brinda la posibilidad de tener un punto diferente para cada problema, es decir poner todos los puntos de vista y luego aplicar una conclusión ya que "todo vale", todo es aceptado por esta perspectiva, es muy necesario tenerlo en cuenta ya que si se la deja afuera se está rechazando otra alternativa de conocer las cosas.

La inconmensurabilidad

Esta concepción se deriva de lo que ha calificado como observación que depende de la teoría. Los significados e interpretaciones de los conceptos y los enunciados observacionales que los empleen dependen del contexto teórico en el que surjan.

Una forma de comparar una pareja de teoría de este tipo es confrontar cada una de ellas con una serie de situaciones observacionales y registrar en que grado es compatible cada una de las teorías rivales con esas situaciones. La comparación que se realiza entre las diferentes posturas es lo que hace que pueda

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

determinarse cual es la teoría que tiene mayor validez y de esta forma pueda mantenerse mas tiempo en vigencia.

Por lo tanto, se puede decir que, el estudio y la comprensión del pensamiento científico permite conocer mas sobre las ciencias (ciencia básica y aplicada), su historia y evolución y como en cada época de la vida se mantuvieron diferentes posturas, cada una de ellas sosteniendo sus opiniones y tratando de comprobar lo mas exacto posible sus descubrimientos.

También nos brinda la oportunidad de conocer que en lo científico no todo esta dicho ya que las nuevas investigaciones, que son constantes, dan lugar a nuevos descubrimientos, permitiendo que cada vez sean más relevantes, dando lugar a mejorar la calidad de vida del hombre (la materia esta en constante movimiento, por tanto se puede afirmar que, los fenómenos naturales son procesos dialécticos).

Por último, se puede decir que, las ciencias avanzan junto a los tiempos y en velocidades extremas, hoy se conoce algo nuevo, mañana deja de serlo y se remplaza por otros mejores, esto sucede en la ciencia aplicada (tecnología).

El método científico se apega a las siguientes principales etapas para su aplicación:

1. **Enunciar** preguntas bien formuladas y verosímilmente fecundas.
2. **Arbitrar** conjeturas (hipótesis preliminares), fundadas y contrastables con la experiencia y la experimentación, para contestar a las preguntas.
3. **Derivar** consecuencias lógicas de las conjeturas.
4. **Arbitrar** técnicas para someter las conjeturas a contrastación.
5. **Someter** a su vez a contrastación esas técnicas para comprobar su relevancia y la fe que merecen.
6. **Llevar** a cabo la contrastación e interpretar sus resultados.
7. **Estimar** la pretensión de la verdad de las conjeturas y la fidelidad de las técnicas.
8. **Determinar** los dominios en los cuales valen las conjeturas y las técnicas, y formular los nuevos problemas originados por la investigación.

Actualmente **El método científico** se emplea con el fin de incrementar el conocimiento de la naturaleza, y en consecuencia aumentar nuestro bienestar a través del conocimiento de la naturaleza humana. Pero es importante reconocer que, la ciencia no descubre de forma inmediata y directa **el carácter dialécticamente contradictorio de los procesos que tienen lugar en la naturaleza**, las opiniones y los puntos de vista opuesto reflejan tan sólo algunos de los aspectos de las contradicciones (teoría de la discordia de la que hablaba Heraclito, y

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

actualmente se le a denominado en la dialéctica filosófica Ley de la unidad y lucha de los contrarios).

Por tanto, se puede decir que, el método científico es el medio o el camino por el cual tratamos de dar respuesta a las interrogantes acerca del orden de la naturaleza. Las preguntas que nos hacemos en una investigación generalmente están determinadas por nuestros intereses, y condicionadas por los conocimientos que ya poseemos. De estos factores depende también la "clase" de respuesta que habremos de juzgar como "satisfactoria", una vez encontrada.

Aunque deben de elaborarse las siguientes preguntas sobre el método científico **¿Cuál es la base filosófica del método científico? ¿Cuáles son las leyes o principios y postulados en los cuales se sustenta? ¿Qué leyes y teorías sustentan al método científico? ¿Que criterios de validación o procedimientos son necesario utilizar en una investigación científica y así saber que se esta utilizando el método científico? ¿Qué etapas o fases es necesario seguir para utilizar adecuadamente el método científico? ¿Qué instrumentos metodológicos emplea para acercarse a la verdad y así describir y explicar las características de la realidad?**

Antes que nada, es necesario analizar, comprender y explicar cómo adquiere el conocimiento el ser humano. Si nos apoyamos en la corriente del **pensamiento filosófico del Empirismo** se puede

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

decir que el ser humano adquiere y acumula un tipo de conocimiento a través de la experiencia y el contacto con los procesos de algunos fenómenos que ocurren en la naturaleza; y por otro lado está el pensamiento filosófico denominado **Racionalismo** en el cual se declara que la base del conocimiento humano es la Razón o el Razonamiento, ya que el individuo a través de los órganos sensoriales (aquí se les denominara mediadores entre el sujeto y el mundo sensible o físico) se pone en contacto con la realidad exterior o sensible a través de sensaciones producidas por los objetos, y una vez que son identificadas dentro del cerebro del sujeto se transforman en percepciones las cuales se guardan en “algún lugar” como representaciones o imágenes de los objetos. Más no obstante el ser humano a través de la imaginación, la fantasía y la creatividad logra crear y producir **ideas abstractas** las cuales no pueden encontrarse como objetos del mundo sensible o físico, a diferencia de **las ideas concretas** las cuales representan o tienen un igual en el mundo sensible o físico.

El pensamiento Científico

Para definir y describir el Pensamiento Científico, necesitamos Recordar que La ciencia como concepto general y logístico, ***es la investigación metódica de las leyes naturales por la determinación y la sistematización de las causas de un fenómeno o hecho determinado.***

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

Para Aristóteles, **la ciencia o epísteme** consiste, no tanto en una serie de conocimientos objetivos, sino en **una virtud intelectual que se define como hábito demostrativo**, entonces podemos concluir que esa aptitud propia del científico tiene, como instrumento de formación, precisamente **el silogismo**, operación que demuestra rigurosamente las tesis propuestas. Y, por fin, con esto se concluye que **la Lógica es el instrumento propio del científico y del filósofo**.

El mayor impulso que genera la ciencia es el deseo de explicaciones sistemáticas y controlables por la evidencia empírica. **El propósito distintivo de la ciencia es el descubrimiento y la formulación en términos generales de las condiciones en las cuales ocurren sucesos de diversas clases**, y las proposiciones generalizadas de tales condiciones determinantes que sirven como explicaciones de los sucesos correspondientes.

La ciencia es una de las pocas realidades que se pueden legar a las generaciones venideras. Los hombres de cada periodo histórico asimilaron los resultados científicos de las generaciones anteriores, desarrollando y ampliando algunos aspectos nuevos. Del doble elemento de la época, lo inmutable y lo fijo, lo aún no comprobado y lo establecido definitivamente, solamente lo último es acumulativo y progresivo.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

Aquellos elementos que constituyen buena parte de la ciencia y que son la parte efímera y transitoria, como ciertas hipótesis y teorías, se pierden en el tiempo y conservan, cuando más, cierto interés histórico.

Cada época elabora sus teorías según el nivel de evolución en que se encuentra, sustituyendo a las antiguas que pasan a ser consideradas como superadas y en consecuencia anacrónicas.

Lo que permitió a la ciencia llegar al nivel actual fue ***un núcleo de técnicas de orden práctico (método científico), los hechos empíricos y las leyes que forman el elemento de continuidad, y que ha venido siendo perfeccionado y ampliado a lo largo de la historia con la evolución misma del hombre.***

La ciencia en los modelos en los que se representa hoy, es relativamente reciente. Solo en la edad moderna de la historia adquirió el carácter científico que muestra hoy. Pero ya desde los comienzos de la humanidad, se encuentran los primeros trazos rudimentarios como vestigios de conocimiento, de técnica, y que luego se constituiría en ciencia.

La revolución científica, propiamente dicha, se registra en los siglos XVI y XVII con Copérnico, Bacon y su método experimental, Galileo Galilei, Descartes y otros. No surgió, pues, por casualidad. Todo descubrimiento ocasional y empírico de técnicas y conocimiento referente al universo, la naturaleza, y los hombres, desde los antiguos griegos, egipcios y babilonios, la contribución

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

al espíritu creador griego sintetizado y ampliado por Aristóteles, las invenciones hechas en la época de la conquista, preparan el surgimiento del **método científico y el espíritu de objetividad** que va a caracterizar a la ciencia a partir del siglo XVI, antes de forma indefinida y ahora de modo riguroso.

Años más tarde, ya en el siglo XVIII, **el método experimental** se perfecciona y aplica a las nuevas áreas del conocimiento. Se desarrolla el estudio de la química, de la biología, surge un conocimiento más objetivo de la estructura y funciones de los organismos vivos. En el siguiente siglo se verifica una modificación general en las actividades intelectuales e industriales. Surgen datos nuevos relativos a la evolución, al átomo, la luz, la electricidad, el magnetismo y a la energía nuclear. Ya en el siglo XX, la ciencia con métodos objetivos y exactos, desarrolla investigaciones en todos los frentes del mundo físico y humano, obteniendo un grado de precisión sorprendente, no sólo en el campo de la navegación espacial, de las comunicaciones, cibernética y de los trasplantes, sino también en los más diversos sectores de la realidad social.

El empirismo y la ciencia moderna

Mucho es lo que le debe la ciencia moderna al Empirismo en lo que contiene exclusivamente a **la observación y a la experimentación**. El constante progreso de tales averiguaciones, la extensión de las mismas a los seres vivos, los logros de **la teoría**

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

evolucionista, el desarrollo de la bioquímica, la cibernética, la inteligencia artificial, la robótica, la mecatrónica han ido constantemente ganando terreno al **supernaturalismo** y a las “fuerzas vitales” de la naturaleza tal como la concibe la ciencia.

En la actualidad ya no se cree, de la manera efectiva y con la amplitud de antes, en la interferencia de un mundo sobrenatural (invisible) en el mundo en que habitamos. Si el aparato de radio o el coche tienen una avería, si un niño tiene calentura o muestra otros síntomas de enfermedad, si una plaga de insectos destruye las cosechas ya no atribuimos tales eventos o hechos a causas intangibles o espirituales. Ya incluso atribuimos las enfermedades mentales, la delincuencia infantil, la neurosis ansiosa, la anormalidad sexual o las tensas relaciones conyugales a causas psicológicas. Cada vez creemos más en que la averiguación de la causa de muchas cosas o eventos es de la incumbencia exclusiva de **la CIENCIA**. Con todo, el misticismo sigue desorientando a mucha gente, misticismo que constituye el torcido método de su manera de pensar; por lo que no hay que cejar en la actitud crítica, antes bien es preciso intensificarla más y más. Pero, después de todo, podemos asegurar que el supernaturalismo va de vencida.¹

La ciencia en su evolución, tiene indudablemente como **eje impulsor, los métodos e instrumentos de investigación (método**

¹ Pág. 33-34. Lewis John. Ciencia, fe y Escepticismo. Editorial Grijalbo. México 1969.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

científico) que se acrecientan y perfeccionan, aunados al espíritu científico, perspicaz, riguroso y objetivo.²

¿Qué es un problema general?

En términos generales, por problema entendemos ***cualquier dificultad que no se pueda resolver automáticamente***, es decir con la sola acción de nuestros reflejos instintivos y condicionados, o mediante el recuerdo de lo que hemos aprendido anteriormente. Por tanto, continuamente se suscitan en nosotros los más diversos problemas, cada vez que nos enfrentamos a situaciones desconocidas, ante las cuales carecemos de conocimientos específicos suficientes y necesarios. ***“Entonces nos vemos obligados a buscar la solución o el comportamiento adecuado para poder enfrentarnos venturosamente a tales situaciones.”***

¿Qué es el conocimiento Objetivo?

Es aquél que permite reproducir en el pensamiento abstracto los aspectos y relaciones esenciales de la realidad. Las distintas ideologías pueden facilitar o dificultar el descubrimiento de la esencia de los procesos y objetos, de las leyes que expliquen su surgimiento, desarrollo y transformación. ***La ideología*** como conciencia falsa, como representación deformada de la realidad, cuya emisión es, precisamente, encubrir, distorsionar las

² Pág. 55-56. Ortiz Frida, García María del Pilar. Metodología de la Investigación. Editorial Limusa, México 2005.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

verdaderas causas y consecuencias de las relaciones de la investigación.³

La ciencia trata, pues, de **acercarse a la verdad objetiva a fin de descubrir las relaciones, dependencias y estructuras esenciales de la realidad como único camino para el establecimiento de leyes científicas**; pero en las ciencias, especialmente en las ciencias sociales, los valores de los individuos (elementos fundamentales de la ideología) esta presentes en el proceso de investigación y en sus productos y pueden dificultar o facilitar el descubrimiento de la verdad objetiva. Los valores éticos y morales tienen una influencia prácticamente insignificante en la elaboración del conocimiento en las ciencia naturales ya que lo que interesa aquí es alcanzar un conocimiento objetivo mas completo y preciso como única forma de tener un dominio cada vez mayor de la naturaleza, aunque los valores se encuentran presentes en la selección de los problemas que se estudian y en la utilización de los productos de quehacer científico, las cuales responderán en gran medida a los intereses de la clase que represente el investigador.⁴

La producción científica en ciencias sociales no puede, por otro lado, estar subordinada totalmente a los intereses de una u otra clase social.

³ Pág. 53. Raúl Rojas Soriano. el Proceso de la Investigación Científica. Editorial Trillas. México 2004.

⁴ Pág. 43, Raúl Rojas Soriano, el Proceso de la Investigación Científica, Editorial Trillas, México 2004.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

Por ello, las aportaciones de otros enfoques teóricos deben pasar, primero, por la óptica crítica de la teoría y la metodología del materialismo dialéctico.

¿Cómo están estructurados los problemas?

Para acercarnos un poco más a la comprensión de lo que son los problemas conviene analizar los aspectos que se encuentran presentes en todos ellos, independientemente de la clase a que pertenezcan. Siguiendo a Mario Bunge, se puede distinguir en cualquier problema los siguientes aspectos:

1. El problema mismo, la explicación que se requiere.
2. El acto de preguntar, lo psicológico del problema.
3. La expresión del problema, el aspecto lingüístico, los interrogantes.⁵

⁵ Pág. 66. José L. López Cano. Método e Hipótesis científicos. Editorial Trillas, México 2001.

Existen tres tipos de problemas (razonamiento, dificultad y conflicto)

Los problemas pueden clasificarse de muy distintas maneras. Algunos autores distinguen tres tipos de problemas.

1. **Los problemas de razonamiento**, en donde lo importante es el uso de la lógica y sus operaciones de ordenación y de inferencia. Ejemplo: resuelva la siguiente ecuación:
$$2x^2 + 7x - 12 = 0$$
2. **Los problemas de dificultades**. En este caso sabemos que la respuesta a un problema pero tenemos oposición o dificultad para ejecutarla. Por ejemplo, queremos dar vuelta a un tornillo y éste no avanza.
3. **Los problemas de conflictos**. Son problemas que tenemos por la oposición de la voluntad de los demás, ya sea porque no nos entienden o porque se opongan con animosidad a nuestros proyectos. El aspecto emocional, en este tipo de problemas juega un papel importante. Y además puede traer como consecuencia una discrepancia.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

Los problemas también pueden clasificarse en **convergentes** y **divergentes**⁶

1. **Los problemas convergentes**, tienen una solución única o un conjunto de soluciones definidas, por ejemplo, resolver una ecuación, concluir un razonamiento formal, encontrar una definición en un diccionario, contestar algo de memoria.
2. **Los problemas divergentes** tienen un número indeterminado de respuestas posibles que dependen de la creatividad de la persona, por ejemplo: ¿Cómo hacer una buena publicidad para unos nuevos chocolates en barra?, ¿Cuántas formas puedo sacar de una moneda que cayó en un pozo?

⁶ Pág. 17. José Espíndola Castro, Análisis de problemas y toma de decisiones. Ed. Alambra Mexicana, México 1996.

CRITERIO DE VALIDACION DE LA CIENCIA

“Una plena claridad es la medida de toda la verdad”

Hursserl

Cuando una cosa es evidente por sí misma, no hay mayor dificultad; pero, ordinariamente, la mayoría de las cosas no son evidentes por sí misma y necesitan una demostración. La ciencia vale tanto cuanto es capaz de probar, pero **la ciencia no puede demostrarlo todo**, ya que dependen de otros conocimientos anteriores, indemostrables y que son evidentes por sí mismos.

Martínez (1989) comenta que en el siglo pasado, se hacía hincapié en la base empírica de la evidencia; en este siglo, preferentemente en las últimas décadas, la epistemología ha destacado más la importancia de **la evidencia racional**.

Hoy en día, debemos ponernos muy alertas a la hora de aceptar algo como más o menos “evidente”, tenemos que hacer una crítica sistemática para reducir el margen de error de nuestros conocimientos. Martínez propone seis criterios de validación de la ciencia:

1. No podemos empezar a pensar desde cero, ya que otros han pensado antes que yo, y yo soy llevado por su pensamiento. Pueden existir varias hipótesis, teorías o cuerpos coherentes de creencias que, aun cuando sean

muy diferentes unos de otros, den razón suficiente de todos los hechos conocidos en un campo determinado de una disciplina.

2. Es posible superar los conceptos de "objetividad" y "subjetividad" con uno más amplio y racional, que es el de "enfoque" ya que representa una perspectiva mental, un abordaje, o una aproximación ideológica, un punto de vista desde una situación personal, que no sugiere ni la universalidad de la objetividad ni los prejuicios personales de la subjetividad; sólo la propia apreciación.
3. El concepto de enfoque nos lleva ha otro sumamente rico, el de complementariedad. Si cada enfoque nos ofrece un aspecto de la realidad y una interpretación de la misma desde ese punto de vista, varios enfoques, y el dialogo entre sus representantes, nos darán una riqueza de conocimiento mucho mayor.
4. Es necesario revalorizar en nuestros medios académicos la intuición y más concretamente el llamado conocimiento tácito. La intuición se encuentra tanto al principio como al final de todo proceso cognoscitivo y de todo conocimiento científico. Al principio en la postulación de hipótesis y conjeturas prometedoras y al final en la "verificación" de cada uno de los resultados y conclusiones. Toda demostración, todo razonamiento y toda prueba no son sino una cadena de intuiciones menores, de "visiones intelectuales" que indican que las cosas son de una

determinada manera. Y aunque dicho proceso sea en parte consciente, nunca lo es plenamente.

5. En la mayoría de los diseños de investigación de corte clásico se utiliza **la lógica analítica** (derivada de los principios aristotélicos, unida a una visión determinista derivada de los empiristas ingleses como D. Hume y J. Mill), se ha ido demostrando cada vez más que dicha lógica es incapaz de comprender los complejos problemas de las ciencias humanas, ya que los sistemas humanos no funcionan con la secuencia de esta lógica ordinaria ni con la casualidad de un solo sentido, sino que son sistemas con interacción recíproca e influenciada circular; es decir, se debe ceder el paso a una nueva lógica estructural, sistemática y dialéctica. En un sistema, según L. Von Bertalanffy (1981), se da un conjunto de unidades interrelacionadas de tal manera que el comportamiento de cada parte depende del estado de todas las otras, pues todas se encuentran en una estructura que las interconecta. En los seres humanos se dan estructuras de un altísimo nivel de complejidad, las cuales están constituidas por sistemas de sistemas cuya comprensión desafía la agudeza de las mentes más privilegiadas.

6. La verdad tiene sólo un carácter provisional. Nuestros conocimientos actuales no se pueden verificar; en el sentido estricto lo más que podemos hacer es confirmarlos con

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

pruebas o contrastes concluyentes que nos reafirman en nuestras ideas actuales, pero que no durarán más de lo que dure el enfoque o paradigma aceptado. La verdad tiene un sentido histórico, y siempre estará en continuo proceso de formación. “Las verdades de hoy constituirán los errores del mañana...”⁷

Por lo tanto, es necesario considerar que la verdad será siempre subjetiva, ya que lo que en determinado tiempo parezca una verdad, en un futuro puede complementarse o dejar de ser una teoría o un instrumento cognoscitivo válido, ya que los fenómenos naturales y sociales están constantemente en cambios infinitesimales.

⁷ Pág. 56-57. T. Suck Antonio, Rivas-Torres Rodolfo. Manual de Investigación Documental (elaboración de Tesinas). Editorial Plaza y Valdés. México 1995.

LA NATURALEZA, LA CULTURA Y CIENCIA

¿De qué manera influye el pensamiento científico y tecnológico, en el Individuo y la Cultura?



Filosofía de la Cultura

Se llama Filosofía de la Cultura a la disciplina que se propone explicar el fenómeno de la Cultura, partiendo de sus leyes más esenciales, investigando las causas de su génesis, las normas de su transformación, las condiciones de su crecimiento y decadencia, los contenidos y las formas de sus fases: y los fines remotos de sus tendencias íntimas.

Entre una de sus finalidades está el orientarnos críticamente sobre el desarrollo de la vida intelectual, así como sobre sus fines, caminos y medios.

La Filosofía de la Cultura no crea la ciencia, ni el derecho, ni la educación, ni el arte, ni la religión o el pensamiento científico y tecnológico. Todos estos fenómenos han sido **productos de la conciencia humana** que ha reflexionado sobre hechos y fenómenos naturales o culturales.

Estos hechos de la Cultura son el punto de partida de la reflexión filosófica. *La filosofía de la Cultura los toma como algo producido por la Mente del hombre y se limita a describirlos, explicarlos y trata de determinar las formas o estructuras generales por las cuales se han producido. Busca los valores de la cultura: la verdad, la bondad, la belleza, la justicia, la santidad, realizados en los productos culturales, como creaciones culturales concretas.*

Valoración de la Cultura

Respecto a la valoración de la cultura pueden distinguirse las siguientes corrientes: la optimista que afirma que han de desaparecer las carencias del espíritu y de la naturaleza hasta llegar a un estado de perfección.

El espíritu Científico en el Desarrollo de la Cultura

Si consideramos la actividad del espíritu científico a través de sus manifestaciones, es fácil advertir el movimiento pendular que lo ha caracterizado en relación a la creación de la Cultura a través del desarrollo científico y tecnológico.

Cuando han sido difíciles las condiciones de la existencia humana se ha dirigido a crear los medios para comprender y utilizar los recursos de la naturaleza, cuando esa situación ha sido superada gracias al desarrollo científico y tecnológico actual, ha vuelto su preocupación sobre sí mismo.

Así encontramos que ***el espíritu científico y tecnológico*** como ente cultural han oscilado de un realismo materialista, preocupado por el dominio de la ciencia y de la técnica, a un humanismo científico, centrado en un autoperfeccionamiento produciendo lo mejor para permitirle al hombre alcanzar la felicidad y tratar de enmendar y resolver parcialmente todas sus necesidades y planes para que alcance su elevación espiritual.

Naturaleza, ciencia y cultura

Aunque ya está implícita la distinción entre naturaleza, ciencia y cultura en los conceptos anteriormente vertidos, es necesario esclarecerla aún más para la distinción entre los conceptos: el concepto naturalista de ciencia; y el concepto del **espíritu científico y tecnológico** como **ente cultural**.

El concepto naturalista de ciencia considera a ésta como un simple desarrollo natural, o sea, un despliegue espontáneo de la naturaleza humana.

El concepto de **ciencia** como **quehacer cultural**, contempla al pensamiento científico y tecnológico como una actividad humana a la que se le ha impreso una dirección y se le ha señalado una meta planeada conscientemente, por lo que se afirma que la ciencia y la tecnología **son entes culturales que son producidas y radican en el espíritu humano, y no es un ente natural**.

Por **Naturaleza** entendemos el conjunto de los seres como son por su origen y nacimiento y que encontramos en nuestro mundo, en nuestro cosmos, sin que haya mediado ninguna intervención humana.

Naturaleza del espíritu científico

Este espíritu que se ha engrandecido y preparado a lo largo de la historia de la humanidad, ahora se impone de manera inexorable, a todos cuanto incursionan en la búsqueda y honran de manera fiel el legado científico del pasado, ampliando sus fronteras y salvando todo tipo de resistencias.

El espíritu científico es, antes que nada, una actitud o disposición subjetiva del investigador que busca soluciones serias con métodos adecuados al problema que pretende resolver; esa actitud, desde luego que no es innata a la persona, se le conquista a lo largo de la vida a costa de trabajo e incluso de sacrificios. Puede y debe ser aprendida, más nunca es, heredada.

El espíritu científico, en la práctica, se traduce por ***una mente crítica, objetiva y racional***.

La conciencia crítica llevará al investigador a perfeccionar su capacidad de juicio y a desenvolver el discernimiento, capacitándolo para distinguir y separar lo esencial de lo accidental, lo importante de lo superficial o secundario.

Criticar es juzgar, distinguir, discernir, analizar para mejor poder evaluar los elementos componentes de un problema.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

La conciencia objetiva, a su vez, implica un rompimiento valeroso con todas las posiciones subjetivas, personales y mal fundamentadas del conocimiento vulgar. Para conquistar la objetividad científica, es necesario librarse de toda la visión subjetiva del mundo, arraigada en la propia organización biológica y psicológica del sujeto y, además, influenciada por el miedo social.

La objetividad es la condición básica de la ciencia. Lo que vale no es lo que algún científico imagina o piensa, es aquello que realmente es. La objetividad torna el trabajo científico en impersonal; sólo interesa el problema y la solución. Cualquier otro deberá poder repetir la misma experiencia de investigación si así lo desea y el resultado será el mismo, porque no depende de condiciones subjetivas.

La objetividad del espíritu científico no acepta soluciones a medias ni soluciones apenas personales. El **“yo creo”**, **“podría ser así”**, no satisfacen a la objetividad del conocimiento, porque el espíritu científico tiene su sustento en la racionalidad. **Las razones explicativas de un problema sólo pueden ser intelectuales o racionales.**

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

Las razones que la razón desconoce son las razones de arbitrariedad, del sentimiento que nada explican ni justifican en el ámbito de la ciencia. Las cualidades que caracterizan al espíritu científico son:

- ***Intelectuales:***

Gusto y precisión por las ideas claras y la verdad.

Imaginación osada, regida por la necesidad de la comprobación.

Curiosidad que lleva a profundizar sobre los problemas.

Agudeza y poder de discernimiento.

- ***Morales:***

Actitud de humildad ante el conocimiento.

Reconocimiento de limitaciones.

Posibilidad de error.

Imparcialidad.

Veracidad en los datos y la información.

Respecto escrupuloso sobre la verdad.

Enfrentar con fortaleza los obstáculos y los peligros que una investigación pueda presentar.

No reconoce fronteras.

No admite intromisiones de la autoridad.

Define libremente el análisis de los problemas.⁸

⁸ Pág. 55-58 Ortiz Frida. García, María del Pilar, Metodología de la Investigación Editorial Limusa, Mexico 2005.

LA CIENCIA Y LA IDEOLOGIA

¿Cuál es la relación que existe entre conocimiento objetivo e ideología?

En las ciencias, fundamentalmente en las sociales, las ideologías no pueden excluirse – como ya se ha demostrado – del proceso de investigación y de los productos del quehacer científico ya que en ellos esta presente la relación sujeto cognoscente-objeto de conocimiento. La actividad del investigador se ubica en un contexto social determinado y responde a un interés de clase que pueda ser la de él o la de otra clase social.

¿Qué es ideología?

Puede decirse que todo hombre tienen una ideología, como concepción del mundo, de las cosas, y que hay ideologías mas científicas que otras en cuanto se apoyan en los datos provenientes de las ciencias para tener una visión mas completa y correcta de la realidad, y las cuales orientan a los seres humanos en su practica diaria, así como dentro de un campo de la ciencia.

La búsqueda de la verdad objetiva, la reconstrucción precisa, completa y profunda (en el pensamiento abstracto) de lo real, como único camino para descubrir las leyes del desarrollo y funcionamiento de la vida social en cada formación social

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

concreta. El conocimiento crítico y objetivo de las contradicciones e instancias fundamentales de una realidad social particular, permitirá servir de base para su comprensión correcta y su transformación.

También se puede decir que, en un mismo individuo o grupo social se entrecruzan distintos tipos de ideologías (esferas ideológicas: religiosas, política, artística, etcétera) y las cuales se encuentran en diferentes planos.

La ideología de un grupo social está condicionada por los intereses de clase, pero también las distintas esferas ideológicas pueden influirse mutuamente (por ejemplo, la ideología política puede recibir influencia de la religiosa) con lo cual se rechaza la postura reduccionista que consiste en considerar que toda idea es producto necesaria e ineludiblemente de la relación que se tenga con respecto, aunque el conjunto de ideas sobre la vida y la sociedad tiene una referencia directa e indirecta en las condiciones materiales de existencia de cada grupo social. Asimismo, la ideología, como ya se ha mencionado, orienta la acción de los hombres permitiéndoles mayores o menores posibilidades para acercarse al conocimiento objetivo de la realidad social.

La ideología es:

- a) Un conjunto de ideas acerca del mundo y la sociedad que
- b) Responde a interés, aspiraciones o ideales de una clase social en un contexto social dado y que
- c) Guía y justifica un comportamiento práctico de los hombres acorde con esos intereses, aspiraciones o ideales.

*La concepción que se tiene de la sociedad, de su estructura, organización, procesos, instituciones, relaciones, responde en gran medida a **un interés de clase** el cual está presente (en forma de ideología) durante el proceso de investigación y en sus resultados. La ideología del científico se manifiesta en la selección de los problemas que estudia, en la concepción teórica a la cual recurre para ubicarlos, en la selección de las técnicas para acopiar la información empírica, en la interpretación de los datos, en las recomendaciones que plantea para resolver los problemas, en la forma en que se utilizan los resultados de las investigaciones.⁹*

Las posturas ideológicas influyen en mayor o menor medida en el surgimiento, contenido y uso de los conocimientos sociales. Su influencia es mayor en su génesis y formación que en su contenido donde las exigencias de científicidad imponen restricciones a la ideología; mayor influencia ejerce la ideología en el uso o función de la ciencia social, en el que se pone de

⁹ Pág. 49. Raúl Rojas Soriano. El Proceso de la Investigación Científica. Editorial Trillas. México 2004.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

manifiesto claramente la subordinación de esta, como forma de actividad humana, a necesidades sociales.¹⁰

La ciencia trata, pues, de acercarse a la verdad objetiva a fin de descubrir las relaciones, dependencias y estructuras esenciales de la realidad como único camino para el establecimiento de leyes científicas; pero en las ciencias, especialmente en las sociales, los valores de los individuos (elementos fundamentales de la ideología) están presentes en el proceso de investigación y en sus productos y pueden dificultar o facilitar el descubrimiento de la verdad objetiva.

Los valores tienen una influencia prácticamente insignificante en la elaboración del conocimiento en las ciencias naturales ya que lo que interesa aquí es alcanzar un conocimiento objetivo mas completo y preciso como única forma de alcanzar un conocimiento objetivo mas completo y preciso como única forma de tener dominio cada vez mayor de la naturaleza, aunque los valores se encuentran presentes en la selección de los problemas que se estudian y en la utilización de los productos del quehacer científico, las cuales responderán en gran medida a los intereses de la clase que represente el investigador.¹¹

¹⁰ Pág. 50.Ibíd.

¹¹ Pág. 43. Raúl Rojas Soriano. El Proceso de la Investigación Científica. Editorial Trillas. Mexico 2004.

Formas y tipos de investigación científica

¿Qué es un problema científico?

La variedad de los pensamientos ya sea cotidiano o científico, es infinita. Lo mismo sucede con los problemas. 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 (método científico y instrumentos 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***.¹²

Cuando se va a resolver un problema en forma científica, es muy conveniente tener un conocimiento de los posibles tipos de investigación que se puede seguir. Este conocimiento hace

¹² Pág. 67, José L. López Cano. Método e Hipótesis científicos, editorial Trillas, México 2001.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

posible evitar equivocaciones en la selección del método adecuado para un procedimiento específico.

De acuerdo a los propósitos inmediatos que persigue el autor de la investigación, ésta se ha dividido en dos formas y tres tipos, de los cuales se desprenden o pueden incluirse los diferentes estudios de investigación.

Formas de investigación científica

1. Investigación Pura.

También conocida como investigación básica o fundamental, se apoya dentro de un contexto teórico y su propósito fundamental es el de desarrollar teoría mediante el descubrimiento de amplias generalizaciones con miras a formulaciones hipotéticas de posible aplicación posterior.

2. Investigación Aplicada.

Es el estudio y aplicación de la investigación a problemas concretos. Depende de los descubrimientos tecnológicos, y su propósito fundamental es el de la investigación pura, buscando su aplicación inmediata y confrontar la teoría con la realidad.

Tipos de investigación

1. Investigación Histórica.

Se trata de una búsqueda crítica de la verdad que sustenta los acontecimientos del pasado. Se aplica a todas disciplinas científicas.

2. Investigación Descriptiva.

Comprende el registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual y la composición o procesos de los fenómenos. Trabaja sobre realidades de hecho y su característica fundamental es la de presentarnos una interpretación correcta.

3. Investigación Experimental.

Es aquella que se presenta mediante la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas con el fin de descubrir de qué modo o por que causa se produce una situación o fenómeno particular.

Características de la investigación científica

Existen varios tipos de investigación, como lo se ha mencionado anteriormente; desde la elemental y cotidiana que consiste en ampliar el horizonte de los objetos conocidos, hasta la investigación científica que posee ya ciertos aspectos que le dan un carácter de nivel superior.

La investigación científica se distingue por las siguientes características:

En efecto, investigar en el terreno científico significa buscar a base de lecturas, experimentos, entrevistas, encuestas y observaciones la información necesaria de las causas particulares y generales de algún fenómeno. Pero dicha búsqueda e investigación deberá sujetarse a las siguientes cualidades como son:

✓ ***Sistematicidad***

Esto quiere decir que, se realiza a partir de un programa o plan más o menos detallado; que hay una intención explícita de avanzar en el terreno de la verdad y que se establece un ritmo de trabajo adecuado al tema investigado.

✓ ***Objetividad***

Quiere decir que, pretende salirse de lo arbitrario, lo subjetivo, lo fortuito, lo que depende de opiniones personales o prejuicios que no tienen un fundamento sólido. Una investigación es objetiva, solo cuando establece un hecho, una relación o una explicación de manera válida

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

para cualquier sujeto. La ciencia trata de conocimientos validos para todos.

LOS PROCESOS DE ABSTRACCION

¿En que consiste el proceso de abstracción?

“En el proceso de abstracción, el pensamiento no se limita a destacar y aislar alguna propiedad y relación del objeto asequibles a los sentidos..., sino que trata de descubrir el nexo oculto e inasequible al conocimiento empírico.”

Para llevar a cabo este proceso de abstracción es necesario pensar en forma dialéctica, ya que el pensamiento debe aprehender un mundo en continuo movimiento en el que la contradicción es el motor que impulsa el desarrollo de los procesos y objetos de la naturaleza y la sociedad. **La esencia, la estructura de las cosas no se revela en forma directa e inmediata**, “la cosa misma – señala Kosík – no se manifiesta directamente al hombre. Para captarla se requiere no sólo hacer un esfuerzo, sino también dar un rodeo.”

El punto de partida del proceso de abstracción, de la formación de conceptos, categorías, es la realidad tal como se presenta a los órganos sensoriales (**concreto sensorial**), pero esa realidad está plagada de apariencias, de pseudoconcreciones, entonces no puede ser un concreto real, sino aparente. Recuérdese lo que

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

decía Marx: "Toda ciencia estaría de mas, si la forma de manifestarse las cosas y la esencia de éstas coincidiesen directamente". **El concreto real** sólo es posible descubrirlo por medio del pensamiento, cuando marche en busca de la abstracción inicial determinante, separando como si fuera telarañas, lo fenoménico o ilusorio de los procesos y objetos en estudio.

Hecho esto, la siguiente operación mental en el proceso de abstracción **consiste en construir el concreto de pensamiento (pensamiento abstracto o concreto mental), con la ayuda del análisis y la síntesis**. Esto significa elevarse de lo concreto a lo abstracto. "Precisamente en el proceso de esta elevación, el pensamiento reproduce el objeto en su integridad."

Esta "separación" permitirá aprehender mejor los procesos que se estudian ya que el pensamiento, a través del análisis y la síntesis, eliminará los aspectos y relaciones no esenciales o secundarias que encubren las características y relaciones básicas de los procesos, a fin de poder establecer explicaciones científicas sobre los mismos.

En el proceso de abstracción, **el análisis implica ir de lo concreto a lo abstracto**. Por medio de él se desarticula el todo (determinada realidad: una estructura, la social, por ejemplo; un proceso o conjunto de procesos) en cada una de sus partes y relaciones para analizarlas en forma más completa y profunda con el propósito de destacar aquellos aspectos, elementos y

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

relaciones más importantes para la construcción del conocimiento científico.

La síntesis permite reconstruir en el pensamiento el todo de acuerdo con ciertas elaboraciones mentales a fin de comprender mejor las características, elementos y nexos esenciales de los procesos y objetos. Esto implica ir de lo abstracto a lo concreto con el propósito de aprehender el objeto de estudio en sus múltiples determinaciones (aspectos, relaciones, nexos).¹³

Si se parte de que el conocimiento se inicia, en un primer momento, con el contacto de los órganos sensoriales con el mundo externo y de aquí surge la materia prima para las elaboraciones conceptuales, las que serán a su vez contrastadas con la realidad concreta a través de la práctica científica, puede observarse en este proceso la vinculación de los cuatro métodos descritos anteriormente.

El contacto con la realidad a través de diversos métodos y técnicas como ***la observación, la entrevista y la encuesta*** permite obtener datos empíricos para iniciar el conocimiento de las partes e interrelaciones de los objetos y procesos (análisis). Este contacto se realiza con base en una idea, un concepto o hipótesis previos (síntesis) logrados en análisis anteriores. Estas hipótesis de trabajo son una guía preliminar que orienta el análisis a fin de buscar

¹³ Pág. 93-94, Raúl Rojas Soriano. El Proceso de la Investigación Científica. Editorial Trillas. México 2004.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

aquellos hechos y relaciones empíricos relevantes para construir hipótesis más consistentes y precisas. Los resultados del análisis se concretan en síntesis parciales que hacen referencia a los conocimientos empíricos recabados.

A partir de estas síntesis y mediante un proceso de inducción se establecen generalizaciones más ricas de contenido en comparación con las hipótesis de trabajo que sirvieron de base para el estudio. La nueva síntesis (hipótesis) se ha obtenido a través de una generalización de hechos particulares, pero también se ha esforzado con el conocimiento existente en los marcos de la ciencia respectiva. Quedarnos con las hipótesis o leyes como si fueran verdades definitivas implicaría caer en el terreno de la metafísica.

Partimos de que la realidad es un proceso y por tanto todo conocimiento respecto a ella es también un proceso que va de síntesis menos compleja a otras más complejas. Pero estas síntesis aun cuando sean complejas y se encuentren ampliamente fundamentadas, tienen que ser contrastadas con la realidad empírica a través de un proceso deductivo que permite derivar consecuencias que sean verificables en forma directa o indirecta, mediata o inmediata.¹⁴

¹⁴ Pág. 83-87. Raúl Rojas Soriano. El Proceso de la Investigación Científica. Editorial Trillas. Mexico 2004.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

Realizar análisis sin apoyarnos en síntesis (hipótesis, leyes y teorías) nos limita en la comprensión amplia y profunda de los procesos del universo. A la vez, llevar a cabo síntesis a partir de otras síntesis sin recurrir al análisis puede conducir a conclusiones incorrectas o absurdas. Igualmente, la inducción tiene que rebasar los hechos particulares de los que se parte y establecer afirmaciones de carácter general ya que la ciencia no se agota con la observación y medición de los hechos empíricos. Asimismo, esas generalizaciones (hipótesis, leyes y teorías) sirven de guía para explicar el comportamiento de fenómenos concretos y orientar otras investigaciones empíricas mediante la deducción de consecuencias particulares. ***El proceso de abstracción en la construcción del conocimiento***

¿Qué son las abstracciones científicas?, ¿En que consiste el proceso de abstracción?, ¿Cuál es el criterio para demostrar la veracidad de las abstracciones de la ciencia?

En la vida cotidiana, se confunde frecuentemente lo abstracto con lo nebuloso, con lo que no pertenece a la realidad. Se dice, por ejemplo, que cierta persona tiene una concepción abstracta de las cosas cuando se quiere dar a entender que su modo de pensar está alejado de la realidad.

Las abstracciones que efectúa el hombre común, a diferencia de las del científico, no permiten revelar la esencia de las cosas, la ley de los fenómenos; en otras palabras, traspasar las apariencias,

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

lo fenoménico o, en términos de Kosík, destruir el mundo de pseudoconcreción para penetrar en la cosa misma. Es necesario, por lo tanto, si se pretende reproducir los procesos y objetos de la realidad en el pensamiento abstracto para descubrir su esencia, o sea, los aspectos y relaciones relativamente estables y fundamentales, **realizar abstracciones de carácter científico**.

Las abstracciones científicas (son) aquellos conceptos generalizados elaborados por el pensamiento humano, abstraídos del carácter concreto, directo, del hecho o del fenómeno investigado, de sus rasgos y peculiaridades propios no esenciales, lo cual permite revelar los aspectos mas importantes y esenciales de los fenómenos que se investigan, conocer sus causas objetivas, revelar las leyes que rigen estos procesos y fenómenos.

De acuerdo con esta definición, **las abstracciones científicas** son los *conceptos, las categorías y sus relaciones (leyes, hipótesis)* que el pensamiento humano elabora con base en la realidad concreta y en los cuales se destacan los aspectos y relaciones fundamentales de los procesos u objetos con el propósito de conocer las leyes por las cuales existen, se desarrollan y transforman.

Los conceptos científicos, es decir, **las abstracciones**, se producen en un contexto teórico e histórico determinado y se encuentran formando parte de sistemas teóricos, de leyes. "Las abstracciones no existen aisladamente, al margen de la conexión con otros productos del pensamiento humano. Una serie de conceptos

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

interrelacionados de modo especial puede formar un nuevo concepto, un conocimiento nuevo, más concreto, más exacto y completo, que describe más exhaustivamente uno u otro fenómeno.

El realismo aristotélico, desde le punto de vista del conocimiento, rechaza la existencia de las ideas innatas. **“Todo lo que está en la inteligencia ha pasado por los sentidos”**, reza su famoso lema de Aristóteles.

El conocimiento intelectual se obtiene a partir del conocimiento sensible. Y no es que éste sólo sirva como ocasión para que surja la idea, sino que el dato sensible trae consigo los datos inteligibles, los cuales son inadvertidos por los sentidos, pero luego, iluminados y captados por la inteligencia. Éste es, grosso modo, **el proceso de abstracción**.¹⁵

Los conceptos generales (categorías) involucran otros conceptos, por ejemplo, el de clase social incluye, de acuerdo con la definición de Lenin, conceptos como: sistema de producción social, medios de producción, organización social del trabajo. Las ecuaciones matemáticas implican la interrelación de conceptos: $E = mc^2$, donde E = energía, m = masa y c= velocidad de la luz. Las leyes son relaciones entre conceptos para explicar una determinada parcela de la realidad por ejemplo, la Ley de la Gravitación Universal de Newton: **“Cada partícula del Universo,**

¹⁵ Pág. 54. Gutiérrez S. Raúl. Historia de las Doctrinas Filosóficas. Editorial Esfinge. México 1990.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

atrae a cada una de las otras partículas con una fuerza que es directamente proporcional al producto de las masas de las partículas e inversamente proporcional al cuadrado de su distancia.

Los conceptos, las categorías, son representaciones abstractas de la realidad que reproducen por medio del pensamiento por los aspectos y relaciones esenciales de los procesos y objetos. ***El contenido de los conceptos*** es objetivo e histórico, es decir, corresponde a la realidad objetiva que, como ya se ha dicho reiteradamente, se encuentra en movimiento y se transforma en su devenir histórico. Por ello, con los conceptos tiene un ajuste a la realidad y no ésta a aquéllos, lo cual implica una permanente investigación de los procesos y fenómenos para adecuar el contenido de los conceptos a la situación de la que se extraen, a fin de que sirvan como instrumentos en la investigación concreta; de lo contrario, las representaciones abstractas de los procesos resultan de poca o ninguna utilidad en el quehacer científico.

Las categorías son los conceptos más generales dentro de una rama particular de la ciencia (en física: masa, energía, átomo; en biología: vida, especie, herencia, etcétera).

Las categorías filosóficas de la dialéctica materialista se aplican a todas las ciencias ya que tienen validez para todos los procesos y objetos naturales, sociales y del pensamiento: *causa y efecto, contenido y forma, esencia y fenómeno, lo singular y lo general, necesidad y causalidad, posibilidad y realidad, la contradicción,*

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

etcétera. Las categorías, al igual que los conceptos, se elaboran en el proceso de la práctica sociohistórica de los individuos. “**Las categorías** como los demás conceptos, no permanecen estancadas, invariables. Cambian, se desarrollan, se enriquecen con un nuevo contenido. Esto ocurre en primer lugar, porque cambia la realidad misma y, en segundo, porque se desarrollan nuestros conocimientos sobre ella” a través de la práctica vinculada al pensamiento abstracto.

Las categorías y los conceptos sirven de instrumento en la actividad cognoscitiva del hombre, ya que proporcionan los aspectos y nexos esenciales de los procesos y objetos que deben investigarse a fin de que el proceso de investigación no sea errático o de poca utilidad en el descubrimiento de la verdad objetiva. **La construcción de conocimientos** presupone la ligazón entre el pensamiento abstracto y la realidad que se estudia para poder corroborar los conceptos, leyes, teorías, así como para obtener un nuevo conocimiento más amplio y preciso que permita reproducir en el pensamiento abstracto los procesos en sus aspectos esenciales.

Las abstracciones científicas son el producto más acabado del pensamiento humano y, por lo mismo, el proceso de su elaboración es complejo y dialéctico ya que se parte de abstracciones simples hasta llegar a construir sistemas teóricos complejos mostrando una superación constante en los planteamientos.

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 razonamientos analógicos. Casi todos entendemos por analogía, verbigracia, que un aparato electrónico de determinada nacionalidad debe ser de buena calidad, por el hecho de que hayamos 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. Los razonamientos analógicos no son siempre válidos. Sus conclusiones tienen mayor o menor grado de probabilidad. Existen, para Copi, varios criterios mediante los cuales se puede juzgar la probabilidad de los razonamientos analógicos.

- a) ***El número de casos que presentan semejanzas.*** Si no una, sino varias veces que ha fallado un automóvil de determinada marca y, además, si esto ha sucedido con alguna frecuencia el grado de probabilidad de que un nuevo carro de esa marca salga defectuoso es mayor que si se tratara de un solo caso.
- b) ***El número de aspectos que presentan analogías.*** Insistiendo en el ejemplo del automóvil, podemos decir que la analogía tendrá mayores probabilidades si es de la misma marca y

del mismo estilo; si fue comprado en la misma agencia, soportara el mismo trato dado al anterior.

c) **La fuerza de las conclusiones con respecto a las premisas.** Si un estudiante toma una medicina que le quita un dolor de estomago en 10 minutos, el razonamiento analógico de otro estudiante, es el sentido de que esa medicina también le quitará un dolor de estomago en poco tiempo, será de gran probabilidad (acercaría en cualquier minuto cercano). Disminuirá su grado de posibilidad, si infiere que su dolor se quitará en ocho o en doce minutos (se restringe el tiempo). Y sería aún menos la probabilidad si razona que se le quitará también en 10 minutos, lo mismo que al otro estudiante. Este ultimo representa sólo una probabilidad; los dos primeros razonamientos representan mayores posibilidades.

d) **El número de diferencias entre los ejemplos de las premisas y el ejemplo de conclusión.** La conclusión anterior del ejemplo de los estudiantes disminuye su probabilidad si hay entre ellos gran diferencia de edad y de condiciones orgánicas; pudiera ser que uno haya sufrido durante mucho más tiempo que el otro ese malestar, y se haya hecho menos sensible a la medicina. Esta diferencia disminuye la fuerza de la conclusión del criterio anterior.

- e) **Las diferencias en los ejemplos de las premisas.** El razonamiento analógico tiene mayor probabilidad en tanto sea más diferentes los ejemplos de las premisas. Existe gran probabilidad en la conclusión de que un automóvil será de buena calidad debido a que otros veinte lo fueron. Pero habrá mayor fuerza aún en la probabilidad si existen muchas diferencias entre ellos, tales como la de ser de distinto modelo, de diferente año, la de haber estado sometidos a tratos distintos, y ser utilizados en muy diversos climas.
- f) **Las relaciones de las analogías con la conclusión.** La conclusión tendrá mas fuerza cuando las analogías estén mas estrechamente relacionadas con la conclusión. En el caso del automóvil, la potencia, el motor y el sistema eléctrico hacen mayormente posible su buena calidad, que la marca de las llantas, el color de la vestidura o los accesorios. Si alguien razonara que su automóvil tiene que dejarlo satisfecho porque tiene el mismo color que otro carro, no podría obtener fuerza en su conclusión. Esta tendrá mayores visos de probabilidad si se basa en una sola analogía relacionada con la conclusión, a la par que con el buen funcionamiento del automóvil.¹⁶

¹⁶ Pág. 47-48. José L. López Cano. Método e Hipótesis científicos. Editorial Trillas. Mexico 2001.

El análisis y la síntesis

Todos los fenómenos que se presentan a la consideración del hombre son demasiados complejos si se les examina con detenimiento. Son simples sólo a primera vista. Si se quiere indagar las causas, se hace necesario separar en partes el fenómeno para estudiarlo de mejor manera. Pero como en esta separación pudiera cometerse errores, es imprescindible juntar de nuevo las partes del todo separado con el objeto de ver si se puede volver a integrar de igual forma. Si se nos encarga decidir sobre la calidad de un libro, primero tendremos que separarlo en partes para poder estudiarlo; podríamos considerar por separado el estilo literario, los aspectos temáticos y la facilidad para ser entendido. Esto facilitaría adentrarnos más a la obra. Una vez terminado este estudio, se reunirá en un todo lo que observamos por separado, el cual será nuestro veredicto con respecto a la calidad del libro.

Este procedimiento, utilizado en cuanto al libro, se repite cotidianamente en todos los asuntos de la vida.

La investigación científica no es ajena a estos procedimientos. El método científico emplea esta **descomposición** y **recomposición**. A la descomposición se le llama **Análisis**, y la recomposición se denomina **Síntesis**. **El análisis** es la operación intelectual que considera por separado las partes de un todo; **la síntesis** reúne las partes de un todo separado y las considera como unidad.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

Los conceptos de **“todo”** y **“parte”** se interrelacionan. ***El todo presupone las partes y las partes presuponen el todo.***

Los todos, como composición de partes, son diversos. Existen “todos” que sólo suman partes, como un montón de naranjas; y todos unitarios, que como unidades dependen de diversos principios organizadores. Pueden estar organizados por relaciones físicas, como es el caso del átomo. Puede, en otro caso, considerarse como unidad por relaciones humanas o espirituales; tal es el caso de una pintura o un edificio, donde los elementos físicos cobran sentido sólo en función del hombre que es a la vez una de sus partes y su principio organizador.

Los “todos” pueden incorporarse en “todos” mas amplios. Las células forman tejidos y éstos integran órganos. Los órganos componen aparatos y éstos componen sistemas; sistemas que son partes del “todo” llamado humano.

Queda por decir algo con respecto a la “parte”. ***Las partes se pueden considerar como: “partes-todos” cuando los “todos” forman “partes” de “todos” mayores; la palabra es “parte-todo” de la frase.***

“Partes-elementos” que son partes que no integran “todos” por carecer a la vez de “todos”; tal sería el caso de las letras con respecto a las palabras. “Partes-pedazos” son partes arbitrarias que no resultan de su estructura interna, sino del capricho de nuestra voluntad. Es lógico que un cuarto se divida en piso,

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

paredes y techo. Es arbitrario que se divida en tabiques, cemento y varillas, que resultarían de su demolición; estos serían “partes-pedazos”.

Al análisis que consideramos, obviamente no le interesan las “partes pedazos”; “partes separables” son las que se pueden considerar aisladamente, como el motor y la carrocería de un automóvil. “Partes inseparables” no se pueden tratar por separado de otro objeto; tal sería el caso del color que es inseparable de la extensión. “Partes genéticas” consideran el tiempo y el cambio; pasan de un objeto a otro diferente. El oxígeno y el hidrógeno no son “partes” presentes en el agua, en el sentido de las otras partes examinadas. Ambos son gases y como tales no están presentes en el agua.

“El análisis y la síntesis que estudia la lógica – dicen Romero y Pucciarelli – son procedimientos intelectuales, no materiales. No se trata de poner efectivamente por separado los componentes, sino de considerarlos por separado. El análisis material, que aleja uno de otro los componentes, es sólo un auxiliar del análisis intelectual, y no coincide con él por completo, ya que en el análisis se llega de ordinario a aspectos no materiales, como veremos en seguida. Sería un grosero error concebir todo análisis sobre el modelo del análisis químico, o de cualquier otro procedimiento analítico material.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

El análisis y la síntesis 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 oxígeno, hidrógeno, calcio, azufre, litio, etc.

Con la finalidad de aclarar lo relativo al análisis y la síntesis, es conveniente precisar en qué medida intervienen en el pensamiento científico.

Todo conocimiento científico es, en realidad, la síntesis de muchos otros conocimientos anteriores. La hipótesis recogen sintéticamente los resultados de los experimentos. **Las teorías científicas** representan la síntesis de todo un conjunto de conocimientos de relaciones muy generales. En toda investigación científica se utiliza frecuentemente el análisis con el fin de conocer mejor la naturaleza recóndita de los fenómenos. Pero este análisis no consiste solamente en la separación de los elementos de un todo. El análisis pretende ser dinámico, no se da el uno sin la otra.

“Primero se analizan las manifestaciones inmediatas de la existencia, descubriendo sus aspectos fundamentales. Luego se sintetizan estos elementos en la reconstrucción racional de la existencia, que se formula por medio de una hipótesis explicativa.”

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

Después, cuando la hipótesis se ha convertido en teoría, se analiza la evolución de esta forma sintética sencilla, descubriendo así los elementos necesarios para practicar una síntesis superior. Y de ese modo se prosigue continuamente en el avance del conocimiento científico, que transcurre de la síntesis racional al análisis experimental, de la síntesis realizada en el experimento al empleo de la razón analizadora, del análisis del experimento al desenvolvimiento sintético del razonamiento, del análisis racional a la síntesis experimental.¹⁷

Proceso de la investigación científica

Por consenso, demos por sabido que al hacer referencia a un proceso, lo estaremos haciendo a la secuenciación temporal, ordenada y sistematizada de pasos a seguir para lograr un fin, sujeto a resultados previsibles, típicos de ese proceso y no de otro.

El proceso comienza ***con una pregunta ligada a un problema de investigación***, que de hecho tiene la característica de factibilidad, a su vez que se relaciona con una afirmación tentativa o probable a partir de un sustento teórico, lo cual pone al investigador en el punto central de los supuestos probables.

¹⁷ Pág. 50-53. José L. López Cano. Método e Hipótesis científicos. Editorial Trillas. México 2001.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

El verdadero conocimiento no estriba en la simple aprehensión de las cosas, lo mismo que si ésta se realiza separadamente como si se obtiene a través de conjuntos estadísticos. Por lo tanto, **la inducción y la deducción** constituyen la única base del conocimiento. Lo importante es el secreto que yace oculto detrás de la desconcertante evidencia. **Pensar científicamente** significa no tomar las cosas tal cual ellas se nos presentan, sino que consiste en formular interrogantes y en darles contestaciones sagaces y persistentes hasta conseguir atravesar la embrollada trama de la experimentación y la verdad.

EL METODO CIENTIFICO Y LOS METODOS GENERALES

Sin embargo, mientras que los representantes del **“camino más elevado hacia la verdad”** se afanan para demostrar que los procedimientos –disciplinados y positivos- de la ciencia limitan su radio de acción hasta el punto de excluir los indubitables aspectos de la realidad. ¿Y en qué fundamentan éstos tal punto de vista?

Su argumento estriba, en primer lugar, en la presentación del **método científico** como interesado únicamente en la física y en la química (ciencias experimentales), es decir, en lo mensurable (lo que se puede medir, pesar y contar), excluyendo aspectos de la realidad como la vida y la mente humana, las cuales quedan reducidas –y a esto lo dan por descontado- exclusivamente a lo material, a lo corpóreo, a lo externo. En segundo lugar, tienen que demostrar que **el razonamiento científico constituye un estricto proceso de deducción**, proceso del que están excluidos **la imaginación y el pensamiento intuitivo**.

En otras palabras, **el método científico** tiene su base y postura sobre **la teoría mecanicista** (todo es considerado como una máquina, y para entender el todo debemos descomponerlo en partes pequeñas que permitan estudiar, analizar y comprender sus nexos, interdependencia y conexiones entre el todo y sus partes), y, por consiguiente también ese mismo carácter.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

Si ello fuera realmente así, está claro que quedarían fuera del alcance, del razonamiento científico vastos campos o parcelas de la realidad, de la verdad; siendo entonces necesario hallar un nuevo camino que nos lleve hasta esta misma verdad.

Mas la ciencia no está en modo alguno circunscrita a lo mensurable. “El papel desempeñado por la medición y por la cantidad (*cualidades cuantitativas*) en la ciencia –dice Bertrand Russell- es en realidad muy importante, pero creo que a veces se le supervalora. **Las leyes cualitativas** pueden ser tan científicas como **la leyes cuantitativas.**” Tampoco la ciencia está reducida a la física y a la química; mas a los defensores del “elevado camino hacia la verdad” les conviene creer que ello es así. Para ellos es necesario, en efecto, presentar a la ciencia como estando limitada, por su misma naturaleza, a la tarea de preparar el escenario para que la entrada en él una forma más elevada de conocimiento.

Pero la esfera de la acción de la ciencia es ya bastante amplia, no ya para incluir a la biología y a la psicología, a la economía y a la antropología, a la sociología y a la historia, sino que también sus métodos son capaces de ir modificándose a si mismos, al objeto de mejor adecuarse a cada uno de los campos estudiados.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

Lo que hace que **el razonamiento científico** es, en primer lugar, **el método de observación, el experimento y el análisis**, y, después, **la construcción de hipótesis y la subsiguiente comprobación de éstas**. Este procedimiento no sólo es válido para las ciencias físicas, sino que es perfectamente aplicable a todos los campos del saber.¹⁸

A lo largo de la historia, el hombre se ha enfrentado a un sinnúmero de obstáculos y problemas para desentrañar los secretos de la naturaleza, tanto para vivir con ella, como de ella en "perfecta" armonía. Para superar esos problemas ha empleado muy diversas estrategias, las cuales dieron paso a la formalización de procedimientos que, en última instancia, no son sino el propio método científico.

El método científico es el procedimiento planteado que se sigue en la investigación para descubrir las formas de existencia de los procesos objetivos, para desentrañar sus conexiones internas y externas, para generalizar y profundizar los conocimientos así adquiridos, para llegar a demostrarlos con rigor racional y para comprobarlos en el experimento y con las técnicas de su aplicación.

Al referirse a las formas de existencia de los procesos objetivos, Elí de Gortari lo está haciendo a las diversas maneras en que los procesos de por sí existentes se desarrollan y sólo a ellos; y cuando

¹⁸ Pág. 34-35. Lewis John. Ciencia, fe y Escepticismo. Editorial Grijalbo. México 1969.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

dice que la finalidad es desempeñar sus conexiones internas y externas, se está refiriendo fenomenológicamente al proceso natural de los acontecimientos de la naturaleza, pero no a todos, solo a aquellos que aún no tienen una explicación acabada que den cuenta precisamente del cómo suceden tales o cuales fenómenos, y de los que una vez desentrañados y explicados sus procesos, se derivan leyes, teorías, modelos, que más tarde serán punto de partida para la búsqueda de nuevos conocimientos.

El método científico se emplea con el fin de incrementar el conocimiento y en consecuencia aumentar nuestro bienestar y nuestro poder (objetivamente extrínsecos o utilitarios).

En sentido riguroso, el método científico es único, tanto en su generalidad como en su particularidad. Al método científico también se le caracteriza como un rasgo característico de la ciencia, tanto de la pura como de la aplicada; y por su familiaridad puede perfeccionarse mediante la estimación de los resultados a los que lleva mediante el análisis directo. Otra característica es que, no es autosuficiente: no puede operar en un vacío de conocimiento, si no que requiere de algún conocimiento previo que pueda luego reajustarse y reelaborarse; y que posteriormente pueda complementarse mediante métodos especiales adaptados a las peculiaridades de cada tema, y de cada área, sin embargo en lo general el método científico se apega a las siguientes principales etapas para su aplicación:

1. Enunciar preguntas bien formuladas y verosímilmente fecundas.
2. Arbitrar conjeturas, fundadas y contrastables con la experiencia para contestar a las preguntas.
3. Derivar consecuencias lógicas de las conjeturas.
4. Arbitrar técnicas para someter las conjeturas a contrastación.
5. Someter a su vez a contrastación esas técnicas para comprobar su relevancia y la fe que merecen.
6. Llevar a cabo la contrastación e interpretar sus resultados.
7. Estimar la pretensión de la verdad de las conjeturas y la fidelidad de las técnicas.
8. Determinar los dominios en los cuales valen las conjeturas y las técnicas, y formular los nuevos problemas originados por la investigación.

Descrito desde otro punto de vista, podemos decir que el método científico es el medio por el cual tratamos de dar respuesta a las interrogantes acerca del orden de la naturaleza. Las preguntas que nos hacemos en una investigación generalmente están determinadas por nuestros intereses, y condicionadas por los conocimientos que ya poseemos. De estos dos factores depende también la "clase" de respuesta que habremos de juzgar como "satisfactoria", una vez encontrada.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

El método científico es la lógica general empleada, tácita o explícitamente para valorar los meritos de una investigación. Es, por tanto, útil pensar acerca del método científico como constituido por un conjunto de normas, las cuales sirven como patrones que deben ser satisfechos si alguna investigación es estimada como investigación responsablemente dirigida cuyas conclusiones merecen confianza racional.¹⁹

El método científico sigue una direccionalidad univoca que le es característica, porque el método como tal es en sí un procedimiento encaminado a un objetivo, el intentar lograrlo lleva implícita una dinámica que para el caso del método científico se inicia con **la Fase de la Observación**, donde el sujeto conocedor (científico) entra en contacto con el fenómeno, y sabe de él algo, algo que lo induce a continuar buscando; en un segundo gran momento, supone de ése fenómeno cierto nivel de verdad, esto es, en una segunda fase, o **Fase del Planteamiento de la hipótesis**, que fundamentada en conocimientos previos y en los datos por recoger, podría ser demostrada; por último tenemos **la Fase de Comprobación**, la cual depende del grado de generalidad y sistematicidad de la hipótesis. Las evidencias que comprueban o desaprueban son igualmente estimables.

¹⁹ Pág. 53-55. Ortiz Frida, García Maria del Pilar. Metodología de la Investigación Editorial Limusa. México 2005.

Los postulados del Funcionalismo son:

- a) El de la unidad funcional de la sociedad,
- b) El del funcionalismo universal, y
- c) El de la indispensabilidad.

De estos postulados puede desprenderse que la sociedad:

1. Es una totalidad de partes interdependientes e interrelacionadas (que funcionan armónicamente).
2. Como estructura compleja de grupos e individuos, se mantiene unida por una maraña de relaciones sociales.
3. Es un sistema de instituciones relacionadas entre sí y que reaccionan recíprocamente.
4. Puede considerarse como un todo que funciona, o un sistema que opera, y que.
5. Los distintos componentes de la sociedad constantemente actúan y reaccionan entre sí, adaptándose por sí mismo o preparándose de distintas maneras para los cambios o procesos que se producen en otros segmentos de la sociedad.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

El funcionalismo tiene influencia de la metafísica en cuanto que acepta el cambio de algunas partes del sistema para que éste siga funcionando, pero rechaza el cambio o transformación de todo el sistema. Su ropaje idealista se encuentra en el hecho de considerar a la estructura social como el resultado y el modo particular de los efectos mutuos de disposiciones, sentimiento y emociones de los seres humanos y por tanto, no sujeta a leyes objetivas.

Es preferible, denominar a la teoría la concepción **teórica o teoría general**, que **es un conjunto de conceptos, categorías y leyes generales sobre los procesos y objetos de la realidad**. De esta teoría general se deriva – aunque de hecho se encuentra inserto en ella – **el método general de conocimiento** concebido éste como la manera de abordar el objeto de estudio y el cual es general para una determinada concepción teórica.

Sí se considera a los fenómenos de la naturaleza y de la sociedad en movimiento, en desarrollo constante, es decir en su pasado, presente y futuro; en sus conexiones e interacción; en sus contradicciones internas, *y se considera que los cambios cuantitativos se transforman en determinado momento y condiciones, en cambios cualitativos*, **el método de conocimiento será dialéctico materialista**; pero si se concibe a los fenómenos y objetos como algo acabado, inmutable, es decir, sin cambio, y cada uno de los aspectos de la realidad se analizan en forma aislada, y no existe interés por conocer las causas esenciales por

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

las cuales los fenómenos surgen, se desarrollan y transforman, entonces en enfoque será metafísico.²⁰

Cualquier **teoría general o concepción teórica** involucra determinados conceptos y sus interrelaciones que dan cuenta de la forma como se conciben los procesos y objetos. En el caso del **materialismo dialéctico**, los conceptos, categorías, principios y leyes generales, son: *la materia, el movimiento, la contradicción, causa y efecto, esencia y fenómeno, forma y contenido, apariencia y realidad; el principio del historicismo, y de la conexión e interacción de los fenómenos, las leyes de la dialéctica*, entre otros.

Estas categorías y leyes generales – que forman parte de la filosofía marxista: **el materialismo dialéctico** – dan cuenta de una determinada concepción de la realidad y, a su vez, *son instrumentos metodológicos que orientan la aprehensión de los fenómenos de la realidad concreta*.

Asimismo, las teorías, leyes e hipótesis que se elaboran en los distintos campos de la ciencia (por ejemplo, la teoría de la mecánica clásica, la teoría marxista de las clases sociales), permiten explicar las causas de los fenómenos o la relación entre ellos, pero a la vez, tales leyes o teorías se convierten en

²⁰ Pág. 58-60. Raúl Rojas Soriano. El Proceso de la Investigación Científica. Editorial Trillas. Mexico 2004.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

instrumentos metodológicos que guían el proceso de conocimiento de los fenómenos particulares objeto de estudio.

El asunto de la relación entre la teoría y método debe ser abordado, en su primer momento y nivel, como la relación entre la concepción teórica o teoría general de los procesos y objetos, y la forma de abordar el estudio de tales procesos (método general de conocimiento, que para nosotros es el dialéctico que posee un carácter verdaderamente científico en cuanto que permite descubrir la esencia de los objetos y procesos para formular leyes científicas. **El materialismo dialéctico** supone que todo se halla vinculado y en interacción.²¹

En el proceso de la investigación científica se utiliza diversos **métodos y técnicas** según la ciencia particular de que se trate y de acuerdo a las características concretas del objeto de estudio. Existen, sin embargo, métodos que pueden considerarse generales para todas las ramas de la ciencia en tanto que **son procedimientos que se aplican en las distintas etapas del proceso de investigación con mayor o menor énfasis**, según el momento en que éste se desarrolle. Estos métodos son **el análisis y la síntesis, la inducción y la deducción.**²²

²¹ Pág. 61. Raúl Rojas Soriano. El Proceso de la Investigación Científica, Editorial Trillas. México 2004.

²² Pág. 78. Ibíd.

El Método Analítico

El Método analítico es aquel método de investigación que consiste en la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos. El análisis es la observación y examen de un hecho en particular. *Es necesario conocer la naturaleza del fenómeno y objeto que se estudia para comprender su esencia.* Este método nos permite conocer más del objeto de estudio, con lo cual se puede: explicar, hacer analogías, comprender mejor su comportamiento y establecer nuevas teorías.²³

¿Qué significa Analizar?

Analizar significa ***desintegrar, descomponer un todo en sus partes para estudiar en forma intensiva cada uno de sus elementos, así como las relaciones entre si y con el todo.*** La importancia del análisis reside en que para comprender la esencia de un todo hay que conocer la naturaleza de sus partes. El todo puede ser de diferente índole: un todo material, por ejemplo, determinado organismo, y sus partes constituyentes: los sistemas, aparatos, órganos y tejidos, cada una de las cuales puede separarse para llevar a cabo un análisis mas profundo (esto no significa necesariamente que un aparato u órgano tenga que separarse físicamente del resto del organismo; en otras palabras, aislar un órgano o aparato significa aquí que no se tomen en cuenta las

²³ Pág. 64. Ortiz Frida, García Maria del Pilar. Metodología de la Investigación. Editorial Limusa. Mexico 2005.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

demás partes del todo). Otros ejemplos de un todo material es: la sociedad y sus partes: base económica (fuerzas productivas y relaciones sociales de producción) y la superestructura (política, jurídica, religiosa, moral). ***La sociedad es un todo material en tanto que existe fuera e independientemente de nuestra conciencia.***

El todo puede ser también racional, por ejemplo, los productos de la mente: las hipótesis, leyes y teorías. Descomponemos una teoría según las leyes que la integran; una ley o hipótesis, según las variables o fenómenos que vinculan y el tipo de relaciones que establecen, por lo tanto, puede hablarse de análisis empírico y análisis racional. El primer tipo de análisis conduce necesariamente a la utilización del segundo tipo; por ello se le considera como ***un procedimiento auxiliar del análisis racional.***

El análisis va de los concreto a lo abstracto ya que mantiene el recurso de la abstracción puede separarse las partes (aislarse) del todo así como sus relaciones básicas que interesan para su estudio intensivo (una hipótesis no es un producto material, pero expresa relaciones entre fenómenos materiales; luego, es un concreto de pensamiento).

El Método Sintético

El método sintético es un proceso de razonamiento que tiende a reconstruir un todo, a partir de los elementos distinguidos por el análisis; se trata en consecuencia de hacer una explosión metódica y breve, en resumen. En otras palabras debemos decir que la síntesis es un procedimiento mental que tiene como meta la comprensión cabal de la esencia de lo que ya conocemos en todas sus partes y particularidades.²⁴

La síntesis significa *reconstruir, volver a integrar las partes del todo; pero esta operación implica una superación respecto de la operación analítica, ya que no representa sólo la reconstrucción mecánica del todo, pues esto no permitirá avanzar en el conocimiento; implica llegar a comprender la esencia del mismo, conocer sus aspectos y relaciones básicas en una perspectiva de totalidad.* No hay síntesis sin análisis sentencia Engels, ya que el análisis proporciona la materia prima para realizar la síntesis.

Respecto de ***las síntesis racionales***, por ejemplo, ***una hipótesis***, ellas ***vinculan dos o más conceptos, pero los organiza de una forma determinada***; los conceptos desnutrición y accidentes de trabajo al vincularse pueden dar por resultado una hipótesis: a medida que aumenta la desnutrición de los obreros, se incrementa la tasa de accidentes de trabajo. ***La hipótesis es una síntesis que puede ser simple o compleja.*** Asimismo, todos los

²⁴ Pág. 64. Ortiz Frida, García María del Pilar. Metodología de la Investigación. Editorial Limusa. México 2005.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

materiales pueden ser simples (un organismo unicelular) o complejos (un animal mamífero); las sociedades pueden ser relativamente simples (una comunidad primitiva) o complejas (una sociedad industrial).

La síntesis, sea material o racional, se comprende en el pensamiento; por ello, es necesario señalar que el pensamiento, si no quiere incurrir en arbitrariedades, no puede reunir en una unidad sino aquellos elementos de la consciencia en los cuales – o en cuyos prototipos reales – existía ya previamente dicha unidad.

La síntesis va de lo abstracto a lo concreto, o sea, al reconstruir el todo en sus aspectos y relaciones esenciales permite una mayor comprensión de los elementos constituyentes. Cuando se dice que va de lo abstracto a lo concreto significa que los elementos aislados se reúnen y se obtiene un todo concreto real (por ejemplo, el agua) o un todo concreto de pensamiento (una hipótesis o ley). En otros términos,

Lo concreto (es decir el movimiento permanente hacia una comprensión teórica cada vez más concreta) es aquí el fin específico del pensamiento teórico, en tanto que es un fin de tal naturaleza, lo concreto define como ley la manera de actuar del teórico (se trata de una acción mental naturalmente) en cada caso particular, por cada generalización tomada aparte.

El análisis y la síntesis se contraponen en cierto momento del proceso, pero en otro se complementan, se enriquecen; uno sin el otro no puede existir ya que ambos se encuentran articulados en todo el proceso de conocimiento.²⁵

Inducción y deducción

Debemos de tener en cuenta que, en cualquier área del conocimiento científico el interés radica en poder plantear hipótesis, leyes y teorías para alcanzar una comprensión mas amplia y profunda del origen, desarrollo y transformación de los fenómenos y no quedarse solamente con los hechos empíricos captados a través de la experiencia sensible (recuérdese que en la ciencia no es cierto aquello de que los hechos hablan por sí solos). Además, a la ciencia le interesa confrontar sus verdades con la realidad concreta ya que el conocimiento, como se ha dicho, no puede considerarse acabado, definitivo, tiene que ajustarse continuamente, en menor o mayor grado según el área de que se trate, a la realidad concreta la cual se encuentra en permanente cambio. En este proceso de ir de lo particular a lo general y de éste regresar a lo particular tenemos la presencia de dos métodos: **la inducción y la deducción**.

²⁵ Pág. 78-82. Raúl Rojas Soriano. El Proceso de la Investigación Científica. Editorial Trillas. México 2004.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

La inducción se refiere al movimiento del pensamiento que va de los hechos particulares a afirmaciones de carácter general. Esto implica pasar de los resultados obtenidos de observaciones o experimentos (que se refieren siempre a un número limitado de casos) al planteamiento de hipótesis, leyes y teorías que abarcan no solamente los casos de los que se partió, sino a otros de la misma clase; es decir generaliza los resultados (pero esta generalización no es mecánica, se apoya en las formulaciones teóricas existentes en la ciencia respectiva) y al hacer esto hay una superación, un salto en el conocimiento al no quedarnos en los hechos particulares sino que buscamos su comprensión más profunda en síntesis racionales (hipótesis, leyes, teorías).

Esta generalización no se logra sólo a partir de los hechos empíricos, pues de conocimientos ya alcanzados se pueden obtener (generalizar) nuevos conocimientos, los cuales serán más complejos. Insistimos otra vez: el trabajo científico no va del paso mecánico de los hechos empíricos al pensamiento abstracto; existen niveles de intermediación y a medida que se asciende, las generalizaciones van perdiendo contacto con la realidad inmediata ya que se apoyan en otros conocimientos los cuales sí tienen relación directa o indirecta con la realidad.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

Para poder pensar en la posibilidad de establecer leyes y teorías con base en la inducción, es necesario partir del principio de la regularidad e interconexión de los fenómenos de la naturaleza y la sociedad, lo cual permite pasar de la descripción (que se refiere fundamentalmente a los hechos empíricos) a otros niveles de la ciencia: la explicación y predicción a través de leyes y teorías.

Puede decirse que las conclusiones obtenidas a través de la inducción tienen un carácter probable, el cual aumenta a medida que se incrementa el número de hechos particulares que se examinan. Cabe destacar que los procedimientos de la inducción sólo permiten establecer relaciones entre hechos empíricos (leyes empíricas); para formular leyes teóricas que expliquen a aquéllas, es necesario apoyarse en otros planteamientos teóricos existentes en los marcos de la ciencia de que se trate.

La deducción es el método que **permite pasar de afirmaciones de carácter general a hechos particulares**. Proviene de deductivo que significa **descender**. Este método fue ampliamente utilizado por Aristóteles en la silogística en donde a partir de ciertas premisas se derivan conclusiones: por ejemplo, todos los hombres son mortales, Sócrates es hombre, luego entonces, Sócrates es mortal. No obstante, el mismo Aristóteles atribuía gran importancia a la inducción en el proceso de conocimiento de los principios iniciales de la ciencia. Por tanto es claro que tenemos que llegar

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

a conocer las primeras premisas mediante la inducción; porque el método por el cual, hasta la percepción sensible implanta lo universal, es inductivo.”

El método deductivo está presente también en **las teorías axiomáticas**, por ejemplo en la Geometría de Euclides en donde los teoremas se deducen de los axiomas que se consideran principios que no necesitan demostración. Existen otro método afín desde el punto de vista lógico: **el hipotético- deductivo**. La diferencia con respecto al axiomático estriba en que las hipótesis de las que se deducen planteamientos particulares se elaboran con base en el material empírico recolectado a través de diversos procedimientos como la observación y el experimento.²⁶

En este proceso deductivo tiene que tomarse en cuenta la forma como se definen los conceptos (los elementos y relaciones que comprenden) y se realiza en varias etapas de intermediación que permite pasar de afirmaciones generales a otras más particulares hasta acercarse a la realidad concreta a través de indicadores o referentes empíricos. Este procedimiento es necesario para poder comprobar las hipótesis con base en el material empírico obtenido a través de la práctica científica.²⁷

²⁶ Pág. 83-84. Raúl Rojas Soriano. El Proceso de la Investigación Científica. Editorial Trillas. México 2004.

²⁷ Pág. 85, Raúl Rojas Soriano. El Proceso de la Investigación Científica. Editorial Trillas. México 2004.

La deducción desempeña un papel muy importante en la ciencia. Mediante ella se aplican los principios descubiertos a casos particulares. El papel de la deducción en la investigación científica es doble:

- a) Primero consiste en encontrar principios desconocidos, a partir de otros conocidos. Una ley o principio puede reducirse a otra más general que la incluya. Si un cuerpo cae, decimos que pesa porque es un caso particular de la gravitación.
- b) También la deducción sirve científicamente para describir consecuencias desconocidas, de principios conocidos. Si sabemos que la fórmula de la velocidad es $v = \frac{d}{t}$, podremos calcular con facilidad la velocidad que desarrolla un avión. La matemática es la ciencia deductiva por excelencia; parte de axiomas y definiciones.

Inferencias inmediatas y medianas. En el razonamiento deductivo se reconocen dos clases de inferencias (tomado como sinónimo de conclusión, aunque algunos autores reservan el nombre de conclusión para las inferencias complejas). La inferencia inmediata de un juicio extrae otro a partir de una sola premisa. En la inferencia mediata la conclusión se obtiene a partir de dos o más premisas.²⁸

²⁸ Pág. 43-44, José L. López Cano. Método e Hipótesis científicos. Editorial Trillas. México 2001.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

Ejemplo de inferencia inmediata:

“Los libros son cultura.”

“En consecuencia, algunas manifestaciones culturales son libros.”

Ejemplo de inferencia mediata:

“Los ingleses son puntuales.”

“Por tanto, William es puntual.”

A partir de Rene Descartes, la Filosofía sigue dos corrientes principales, claramente opuestas: **el racionalismo** (centrado en la razón) y **el empirismo** (cuya base es la experiencia). Mientras que los alemanes y franceses cultivan preferentemente **el racionalismo**, los autores ingleses son **los clásicos empiristas**, los cuales, ya desde Roger Bacon, en la Edad Media (1210-1292), muestran una decidida inclinación hacia ese tipo de pensamiento. En el **Renacimiento**, Francis Bacon (1561-1626) es el promotor del **empirismo inglés**, luego se continúa con John Locke y George Berkeley, hasta a su culminación, con David Hume, en el siglo XVIII.

La idea central de Bacon, es la crítica contra el silogismo y la apología de la inducción. Dice que lo primero que hay que criticar y rechazar, si se intenta una sólida certeza en la investigación científica, **es la serie de prejuicios que suelen colarse en nuestros conocimientos ordinarios**. Bacon acierta, al señalar con toda precisión **cuatro tipos de prejuicios**, que

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

plásticamente, son llamados ídolos: **ídolos de la especie, ídolos de la caverna, ídolos del foro y ídolos del teatro.**

Bacón detecta el abuso del **silogismo aristotélico** como la principal causa del estancamiento de las ciencias. Critica claramente a Aristóteles y su obra. En su lugar, proclama **el método inductivo** (generalización a partir de la observación de casos particulares) como la clave para hacer progresar a las ciencias.

El método inductivo en versión moderna fue desarrollado por el inglés **Francis Bacon** (1561-1626) y se encuentra ligado a las investigaciones empíricas. Bacon rechazó la silogística de Aristóteles en la que se apoyaba la escolástica (doctrina del medievo) y la cual desdeñaba la experiencia sensible. En su lugar, Bacon destacó la importancia de la observación y el experimento en la obtención del conocimiento, pero minimizó el papel de las hipótesis por lo cual ha sido ampliamente criticado.

Acerca de la ciencia, Bacon tiene una idea completamente utilitarista (John Dewey). Mientras que los empiristas –afirma– son como hormigas, que sólo acumulan hechos sin ningún orden; los racionalistas o teóricos son como arañas, pues sólo construyen bellas teorías, pero sin solidez. **El verdadero científico debe ser como la abeja, que digiere lo que capta, y produce miel para la comunidad a la que pertenece.**

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

Para construir ciencia se debe proceder a base de experimentación, con el fin de observar las causas de los fenómenos, y poder comprender los procesos de la naturaleza y sociedad. Para interpretarla, primero hay que ser dócil a ella.

La observación puede darnos la forma, o la ley de comportamiento del fenómeno estudiado. La forma es como la esencia íntima del fenómeno; pero no es de orden metafísico, sino físico y social, o sea, observable experimentalmente.

Indudablemente, se debe dar un voto a favor del **método inductivo**. Gracias a él como pueden descubrir las leyes que rigen a la naturaleza y a la sociedad.²⁹

Sin embargo, no había que deslumbrarse tanto por la eficacia de la inducción, como para menospreciar o dejar de lado el raciocinio deductivo. Lo correcto es saber utilizar cada uno de los dos procesos: **deducción e inducción**, según sea la naturaleza de la ciencia y del asunto tratado.

Nótese cómo es el tema metodológico el que incide con frecuencia en el pensamiento filosófico de estos tiempos. Mientras que **Descartes** se inclina hacia **el método deductivo**, **la corriente empirista** se inclinará hacia el **método experimental-inductivo**. Lo

²⁹ Págs. 112-113. Gutiérrez S. Raúl. Historia de las Doctrinas Filosóficas. Editorial Esfinge S.A., México 1990.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

cierto es que cada uno tiene su propia zona de aplicación, sin que sea necesario desvirtuar uno u otro método en cuanto tal.³⁰

El pensamiento Cartesiano en el mundo Contemporáneo

Rene Descartes (1596-1650), ha sido el más famoso genio del siglo XVII. Con él se coloca en la Historia una primera piedra divisoria, con respecto al pensamiento antigua y medieval, y por eso se le suele llamar ***el “Padre de la Filosofía moderna”***, no obstante de él brillaron otros pensadores también revolucionarios, como, por ejemplo, Nicolás de Cusa (1401-1464) y Francis Bacon (1561-1626).

Su idea central ***es la creación de un sistema filosófico*** completamente inexpugnable, libre de las críticas de los pensadores subsecuentes, y perfectamente garantizado en su verdad y en su orden lógico, similarmente a lo que sucedía en las Matemáticas, edificio mental sólidamente estructurado e inmune a las simples opiniones de cualquier profano en la materia.

Las reglas del método

Para evitar el error, no basta con la inteligencia, es necesario saber aplicarla adecuadamente, es decir, se requiere un método. Descartes pone especial énfasis en la necesidad de un ***Método Racional***, que por principio libere al hombre de la fácil caída en el

³⁰ Págs. 113. Gutiérrez S. Raúl. Historia de las Doctrinas Filosóficas. Editorial Esfinge S.A., México 1990.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

error. En **el Discurso del Método** (Segunda Parte) describe sus famosas **cuatro reglas metódicas**, como sigue:

a) **Regla de la Evidencia:** No aceptar como verdadero sino lo que es evidente. O, en otros términos: tratar de captar intuitivamente el objeto propio de la inteligencia, a saber, las ideas claras y distintas. Cuando se logra percibir las notas características de una idea y cuando se logra distinguir esas notas con respecto de las demás ideas, se posee una idea clara y distinta, y esto ya es una garantía de la verdad del conocimiento poseído. Para eso hay que evitar la prevención y la precipitación. En una palabra, sólo se puede poseer la verdad cuando el espíritu capta las ideas con toda su evidencia, de un modo fácil, inmediatas, serenas y claras. Esta evidencia ya no puede encerrar la duda y el error.

b) **Regla del Análisis:** "Dividir cada una de las dificultades que se van a examinar, en tantas partes como sea posible y necesario para resolverlas mejor." Es decir, descomponer las ideas complejas en sus partes más simples; pero, además, remontarse a los principios más simples, de los cuales depende el asunto que se está examinando.

c) **Regla de la Síntesis:** "Conducir por orden los pensamientos, empezando por los objetos más sencillos, más fáciles de conocer, para subir gradualmente hasta el conocimiento de

los más complejos...” Se trata de la operación contraria a la anterior, y es complementación. Una vez dividido en partes un asunto, para su mejor comprensión, es necesario reconstruir el todo, a partir de los principios encontrados. Coincide, tal como se ha estudiado en Lógica, con la Deducción. Lo importante consiste en el procedimiento gradual que avanza lógicamente (con encadenamiento y congruencia natural), desde lo simple de los principios, a lo complejo de las conclusiones, teoremas y demás consecuencias de las primeras verdades.

- d) **Regla de las Enumeraciones y Repeticiones:** “Hacer enumeraciones tan completas, y revisiones tan generales, como para estar seguro de no omitir nada.” Con esto se persigue una intuición global del asunto tratado, de tal manera que la inteligencia posea y domine la materia desde el principio hasta el fin, lo cual supone la repetición o repaso del camino andado.

De esta manera, sencilla y coherentemente, Descartes propone a la inteligencia las cuatro reglas más importantes que hay que tener en cuenta si se quiere un resultado eficaz en su funcionamiento. Por tanto, ***debemos permitir que la mente se percate, por sí misma, del asunto tratado, que el esfuerzo se divida en partes suficientes como para simplificar el trabajo, que***

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

se reconstruya la totalidad del esfuerzo, y que se revise globalmente el resultado.³¹

La duda Metódica

Una vez establecido el método a seguir, Descartes se propone edificar una Filosofía perfectamente estructurada, al modo de las ciencias matemáticas. Para ello será necesario partir de una verdad absolutamente indubitable, y de la cual se pueda derivar todo el edificio filosófico.

Para encontrar esa primera verdad, es preciso borrar, con anterioridad, todo conocimiento que no esté debidamente fundamentado. Por lo tanto, hay que hacer caso omiso, o mejor, dudar, de todo lo que percibimos por los sentidos, y de todos los conocimientos científicos.

La duda que propone Descartes tiene como finalidad la fundamentación de la nueva filosofía sobre bases indubitables. Por lo tanto, ***no se trata de una duda escéptica, en donde el fin es dudar por dudar. Es una duda metódica, puesta solamente como un método o medio, para llegar a un principio completamente evidente.***

En estas condiciones, con una cierta ambigüedad respecto a la seriedad de la duda metódica y universal, Descartes se lanza a la búsqueda de su primer principio. ***Si dudo*** (reflexiona así en la Cuarta parte del Discurso del Método), ***es que pienso, y si pienso,***

³¹ Págs. 100-101. Gutiérrez S. Raúl. Historia de las Doctrinas Filosóficas. Editorial Esfinge S.A., México 1990.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

es que existo. De esto modo llega a lo que le parece su *primer principio fundamental*: **“Pienso, luego existo” (Cogito, ergo sum).**

El primer principio Cartesiano

No es tan original Descartes al anunciar su principio fundamental: **“Cogito, ergo sum”**. Ya San Agustín había esgrimido un arma semejante, en contra de los escépticos: “Si fallor, sum” (si me equivoco, existo). Sin embargo, la novedad, en Descartes, consiste en que, por primera vez, se pretende erigir sobre esta verdad todo el cuerpo de verdades filosóficas. Su principio funcionará a la manera de los axiomas de las ciencias matemáticas.

El **“Cogito”** (así se suele llamar al primer principio cartesiano, por brevedad) es, pues, **una intuición fundamental**. Todo el mundo podrá dudar sobre lo que quiera, pero no podrá dudar de su propia existencia. **Si duda, es que piensa, y si piensa, es que existe.**

Por su parte, Santo Tomás jamás habla de esa intuición del propio yo; lo que se conoce es el efecto, los frutos, y por medio de ellos, pero ya de un modo mediato, podemos retroceder hasta la substancia, la cual es inferida como se infiere la causa a partir de los efectos, y no por intuición intelectual (directa e inmediata visión del objeto).³²

³² Págs. 102-103. Gutiérrez S. Raúl. Historia de las Doctrinas Filosóficas. Editorial Esfinge S.A., México 1990.

Los procedimientos de la inducción, John Stuart Mill (1806-1873), los expuso en forma de reglas:

1. **Método de semejanzas:** “Si dos o mas casos del fenómeno sometido a investigación tienen de común sólo una circunstancia, entonces esta circunstancia – en la que sólo concuerdan todos estos casos – es la causa (o consecuencia) del fenómeno dado.”

La importancia de este procedimiento radica en que permite una aproximación al conocimiento de la verdadera causa ya que ayuda a eliminar diversos factores, porque no guardan relación, aunque es posible incurrir en error en este punto. En segundo lugar, indica que ciertos factores parecen darse conjuntamente. En tercer lugar, nos permite observar que, en la situación concreta, el factor.

2. **Método de la diferencia:** “Si el caso en el que aparece el fenómeno dado y el caso en que no aparece son semejantes en todas las circunstancias, excepto en una, que se encuentran en el primer caso, esta circunstancia en la cual se diferencian únicamente estos dos casos, es la consecuencia o la causa, o la parte necesaria de la causa del fenómeno.”

3. **Método combinado de semejanza y diferencia:** “Si dos o mas casos de surgimiento del fenómeno tienen en común una sola circunstancia, y dos o más casos en que no surge ese fenómeno tienen en común sólo la ausencia de esa misma circunstancia, entonces tal circunstancia en la que sólo se diferencian ambos tipos de casos, es la consecuencia o la causa, o la parte necesaria del fenómeno investigado.”

4. **Método de variaciones concomitantes:** “Todo fenómeno que varia de alguna manera siempre que otro fenómeno varia de una manera particular, o bien es la causa o es el efecto de este fenómeno, o está conectado con él por alguna causa.”

5. **Método de residuos:** “Separar del fenómeno una parte tal, que se sabe por inducciones anteriores, que es el efecto de ciertos antecedentes y el resto del fenómeno es el efecto de los demás antecedentes.”

LAS FASES DEL METODO CIENTIFICO

Caracterización de los problemas

Las expresiones del pensamiento constituyen preguntas y problemas por resolver, o bien, respuestas y soluciones a las indagaciones realizadas. En este sentido, el curso del conocimiento científico consiste en una sucesión ininterrumpida de problemas que surgen a partir de los resultados obtenidos en las investigaciones anteriores y se resuelven mediante el razonamiento y la experimentación.

Para encontrar la solución de esos problemas, la actividad científica ha establecido procedimientos adecuados y desenvuelve continuamente otros nuevos. Entre ellos se encuentran los experimentos que nos informan, tan exacta y completamente como es posible, acerca de los procesos naturales y sociales, lo mismo que sobre sus conexiones activas y su mutua causalidad. También se encuentran las teorías, que nos permiten reunir los resultados de los experimentos en una explicación común, necesaria y suficiente. Por último, tenemos la aplicación de dichas teorías para intervenir, de manera directa y concreta, en el comportamiento de los procesos de la sociedad y de la naturaleza, haciendo que produzcan la satisfacción de las necesidades humanas y resolviendo prácticamente, de esta manera, los problemas que impulsan la propia actividad científica.

En términos generales, por problema entendemos cualquier dificultad que no se puede resolver automáticamente, es decir, con la sola acción de nuestros reflejos instintivos y condicionados, o mediante el recuerdo de los que hemos aprendido anteriormente.

Por otra parte, además de los problemas que nos imponen directamente las condiciones naturales y sociales en que vivimos, constantemente estamos creando o inventando otros problemas; como con, por ejemplo, la explicación de los procesos recién descubiertos, la demostración de teoremas, la verificación de hipótesis, la decisión entre dos o más teorías de pugna, o bien, la transformación de la naturaleza y la sociedad.³³

ELECCION DEL TEMA

En la elección del tema se concretará, tanto como sea posible el objeto de conocimiento; además habrá de estructurarse el título tentativo del proyecto de investigación, tentativo porque podría hacérsele algunas pequeñas precisiones durante el proceso de la investigación.

³³ Pág. 223. Eli de Gortari. Lógica General. Edit. Grijalbo. S.A., vigésima sexta edición. México 1965.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

El objeto que se pretende alcanzar al delimitar el tema, es finalmente evitar desviaciones una vez iniciado el proceso, por eso desde el principio es necesario que los temas sean concebidos con algunas características fundamentales que aseguren el éxito del trabajo, y que son las que se sugieren a continuación.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema es la fijación de las contradicciones que se dan en la propia realidad, contradicciones que se fijan en la teoría y que concluyen una vez “esclarecidas” con el planteamiento de un nuevo problema, cuya solución podría ser resuelta por otros investigadores. Para un adecuado planteamiento del problema se requiere de, eliminar del problema cualquier adición engañosa, o sea, identificar aquellas dificultades que chocan con la teoría.

El proceso de solución de todo problema, supone como condición necesaria, la formulación adecuada y científica de la interrogante que se encuentra en la base del problema. Si el problema está formulado científicamente, el camino para la solución está más claramente definido. Un correcto planteamiento del problema, además debe poner de manifiesto las premisas que permitan resolverlo, a partir de la realidad como condición para su solución, aunada al supuesto de un examen teórico, fijando determinadas formas lógico-metodológicas.

Una de **las reglas heurísticas** más importantes *para la solución de problemas* consiste en que éste pueda resolverse utilizando idealizaciones iniciales, claramente comprendidas y estipuladas, que simplifiquen su complejidad sin tergiversar la realidad mostrando la tendencia general del desarrollo del objeto investigado, ya que es en la realidad en la que se encuentra su posible solución.

Otra regla heurística, es la exigencia de resolver por partes los problemas, esta condición es la relativa a la diferenciación del aparato conceptual (marco conceptual) que consiste en hacer desde ahora una clara distinción entre los conceptos involucrados en el problema mismo, ya que la ausencia de diferenciaciones conceptuales hace posible el tratamiento científico del problema. Esta diferenciación conceptual por su esencia, representa el proceso previo para la elaboración de la hipótesis, que en sí misma da cuenta del problema.

Delimitación y ubicación del problema

Mario Bunge refiere que: “no se conocen recetas falibles para preparar soluciones correctas a problemas de investigación mediante el mero manejo de los ingredientes del problema”. Sin embargo se pueden tomar en cuenta algunas sugerencias que permitan delimitar y ubicar el problema de investigación como las siguientes:

Elementos del problema

Los problemas como tal no existen, es el investigador quien los plantea dadas sus inquietudes, capacidad de observación y conocimientos.

Esta afirmación se apoya en el hecho de que ante un fenómeno o situación dada, todos podríamos pasarlos por alto, pero sólo uno se detiene y se plantea las interrogantes que ésta le despierta.

Diseño de la investigación

Ésta consiste en señalar con toda claridad y precisión el rumbo y la meta. Así que *precisar el campo al que pertenece el problema* sería en principio el primer paso; *determinar con todas sus características el problema a resolver*; sería el segundo paso; *fijar el objetivo que se busca alcanzar, o mejor dicho establecer cuál será el fin que se pretende alcanzar con la investigación*; para esto se deberán definir los procedimientos, esto es, *la metodología y todo tipo de requerimientos que permitirán obtener la información mediante los procesos si ese fuera el caso.*

34

³⁴ Pág. 98. Ortiz Frida, García Maria del Pilar. Metodología de la Investigación. Editorial Limusa. México 2005.

Estructuración del esquema

el esquema es la representación gráfica sistematizada, que tiene como función principal estructurar un conjunto de ideas y los datos necesarios e imprescindibles de manera sintetizada con el menor número de palabras, en un orden lógico, que permita captar en un solo golpe de vista la temática desglosada.

Inmediatamente después de haber sido diseñado y aprobado el proyecto de la investigación, se estructura el esquema que también se le conoce como plan de trabajo o bosquejo; la importancia de esta sección reside en que mediante su estructura dividida en capítulos y éstos a su vez en subcapítulos, permiten de manera ordenada desarrollar sus partes con un cierto orden, o tomarlo como base para posibles modificaciones. Generalmente el primer apartado del esquema se destina a una introducción, los inmediatos siguientes capítulos, hacen una revisión de los antecedentes, esto es de investigaciones que preceden a la que se está realizando. Los capítulos intermedios corresponden al desarrollo de la investigación en sí, y los últimos capítulos se destinan a concluir sobre los resultados de la investigación.³⁵

³⁵ Pág. 96. Pág. 86. Ortiz Frida, García María del Pilar. Metodología de la Investigación Editorial Limusa. México 2005.

MARCO TEORICO

El marco teórico es el conjunto de principios teóricos que guían la investigación estableciendo unidades relevantes para cada problema a investigar,

Cabe mencionar que con cierta frecuencia en la literatura se usa indistintamente los términos: Marco Teórico, Marco Conceptual, Marco Teórico Conceptual, y Marco de Referencia. Si bien es cierto que unos están comprendidos en otros o que se relacionan entre sí, vale la pena hacer una precisión al respecto. **El Marco Teórico** es el apartado que comprende la delimitación teórica relativa y exclusiva que da sustento a un tema de investigación de forma lógica, donde sus elementos conceptuales son inherentes a la teoría(s) en estudio.

Tamayo y Tamayo establece que **el Marco Teórico** cumple las siguientes funciones.

- Delimitación el área de la investigación; para ello habrá que seleccionar los hechos que tengan relación entre sí, mediante una teoría que dé respuesta al problema en cuestión.
- Sugerir guías de investigación, para encontrar nuevas alternativas de solución del problema.
- Compendiar conocimientos existentes en el área que se esté investigando.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

- Expresar proposiciones teóricas generales, postulados, leyes que habrán de servir como base para la formulación más “adecuada” de la hipótesis, su operacionalización, e incluso para la determinación de los indicadores.

Los puntos antes referidos se pueden conjuntar para decir que la función principal del Marco Teórico la constituye el propósito de dar consistencia, unidad y coherencia a las teorías con la investigación en proceso. **El Marco Teórico**, es pues un instrumento conceptual metodológico que se construye sobre la base de la información pertinente al problema de investigación, más precisamente con la o las teorías que dieron sustento a otras investigaciones.

A la información seleccionada que nos muestra el avance de lo logrado en investigaciones anteriores y que están relacionadas con el problema de investigación, se le denomina, **Estado del Arte**, y que será el que sirva de base para la construcción del Marco Teórico. Del Estado del Arte se precisa saber cuál será la teoría que servirá de base para sustentar el trabajo en cuestión.

Para la elaboración del Marco Teórico, analícese la teoría o las teorías más afines, mismas que le permitirán formalizar el trabajo mediante la reducción de los fenómenos a proposiciones lógicas, y de esta manera poder relacionar lo más preciso posible el cuerpo teórico con la realidad para orientar la búsqueda.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

Resumiendo, para la elaboración del Marco Teórico se habrá de considerar básicamente lo siguiente:

- a) El problema de investigación.
- b) La referencia a los estudios afines de investigaciones fundamentales y recientes, relacionadas con el problema de investigación.
- c) Ubicación de la teoriza o teorías base para dar sustento a la investigación en proceso.
- d) Definición conceptual.
- e) Las implicaciones teóricas y metodológicas que podrían permitir determinar las limitaciones teóricas, metódicas y metodológicas.
- f) De trabajos anteriores, establecer el sistema de hipótesis que les dio sustento, y el papel que desempeñaron en ellos, y considerarlos al momento de estructurar la propia hipótesis de trabajo.
- g) Esbozar las variables y de ser viable, los indicadores.³⁶

³⁶ Pág. 85-86. Ortiz Frida, García Maria del Pilar. Metodología de la Investigación. Editorial Limusa, México 2005.

ELABORACION DE HIPOTESIS

En toda investigación se debe establecer la hipótesis de investigación. La hipótesis debe concordar con la definición del problema, así como con los demás elementos del diseño. Su función principal es la de operar como un eje guía de la investigación, porque en torno a ella deberán girar todas las operaciones que se realicen, esto significa, que durante el proceso no se deberá perder de vista su funcionalidad.³⁷

Definición de hipótesis científica

La palabra "hipótesis" deriva del hipo: bajo, y thesis: posición o situación. Ateniéndose a sus raíces etimológicas, hipótesis significa **una explicación supuesta que ésta bajo ciertos hechos**, a los que sirve de soporte. **La hipótesis** es aquella explicación anticipada que le permite al científico asomarse a la realidad.

Otra definición de hipótesis que amplía la anterior, nos dice:

Una hipótesis es una suposición que permite establecer relaciones entre hechos. El valor de una hipótesis reside en su capacidad para establecer esas relaciones entre los hechos, y de esa manera explicarnos por qué se produce.

³⁷ Pág. 86. Ortiz Frida, García María del Pilar. Metodología de la Investigación. Editorial Limusa. México 2005.

La hipótesis es una suposición de la existencia de una entidad, la cual permite la explicación de los fenómenos o del fenómeno estudiado. **Las hipótesis** son las proposiciones tentativas que relacionaran los datos empíricos con el conjunto de teorías adoptadas y provisionalmente analizadas en el Marco Teórico.

En sí al elaborar la hipótesis, el investigador no tiene la total certeza de poderla comprobar. **“Las hipótesis deberán ser proposiciones elaboradas correctamente desde el punto de vista formal (no tautológicas, coherentes y contradictorias, etc.) y deben, a partir de la corrección formal, proporcionar algún significado, es decir, deben decir algo en relación con los hechos a que se hace referencia.** En segundo lugar, deben estar basadas en el conocimiento científico preexistente o, en última instancia, no estar en abierta contradicción con lo que la ciencia ya sabe acerca de la estructura y comportamiento de la naturaleza y de la sociedad. En tercer lugar al plantear una hipótesis, deberá tenerse en cuenta que pueda ser verificada apelando a los procedimientos metodológicos y técnicos de que la ciencia dispone.³⁸

En efecto, las hipótesis fraguadas por los científicos pueden estar encaminadas a explicar un conjunto de fenómenos, como en el caso del éter, o bien a explicar un solo hecho, como la hipótesis que permitió descubrir la existencia de Neptuno y Plutón.

³⁸ Pág. 86. Ortiz Frida, García Maria del Pilar. Metodología de la Investigación. Editorial Limusa. Mexico 2005.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

La finalidad de estas hipótesis no es otra que la de explicar, de dar razón de los acontecimientos por medio de la interpolación de hechos que podrían haber sido observados, en condiciones adecuadas.

¿Qué es una explicación?

Podemos definirla como ***un conjunto de enunciados de los cuales deducimos el hecho o los hechos que se desea explicar***. La explicación nos permite eliminar el carácter problemático de las cosas.

La función de una ***hipótesis descriptiva*** consiste en simbolizar la conexión ordenada de los hechos. Un ejemplo de este tipo de hipótesis lo encontraremos en Ptolomeo, en la medida en que este astrónomo proporcionó una representación geométrica de los cuerpos celestes, y, por otro lado, la hipótesis del éter, concebido como un fluido sin fricción y como sólido completamente elástico, es en realidad una ***hipótesis descriptiva***.

La hipótesis analógicas son aquellas mediante las cuales formulamos una hipótesis basándonos en que lo que es verdadero en un conjunto de fenómenos, puede ser también verdadero acerca de otro conjunto, debido a que ambos tienen en común ciertas propiedades formales.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

La hipótesis es una verdad provisional y nunca definitiva. En realidad, la ciencia toda puede considerarse, en última instancia, como una continua hipótesis susceptible de verificarse y de ser corregida (un sentido amplio del término hipótesis). Sin embargo, en el proceso de la ciencia, es preciso distinguir entre hipótesis, ley y teoría. **La hipótesis tiene carácter provisional;** pero puede irse depurando y ajustando hasta convertirse en una ley y después en una teoría científica, la cual viene siendo una explicación más completa de un conjunto de fenómenos, y a su vez, puede abarcar varias leyes.

Cuando una hipótesis es comprobada, adquiere el carácter de ley que puede definirse como aquella **“relación constante y necesaria entre ciertos hechos”** como acontece, por ejemplo, con las leyes del movimiento de Newton. Es claro que antes de llegar a ser comprobadas estas leyes, Newton formuló hipótesis en las cuales presumía lo que debía acontecer, y lo cual quedó confirmado al hacer los experimentos.³⁹

La investigación científica, no se queda con los aspectos externos de los procesos o problemas, sino que **trata de descubrir los elementos esenciales que expliquen estas hipótesis empíricas,** lo cual sólo puede realizarse planteando hipótesis teóricas que, por lo mismo, son más generales y en las cuales se destacan aquellas relaciones fundamentales entre los fenómenos.

³⁹ Págs. 76-77. José L. López Cano. Método e Hipótesis científicos. Editorial Trillas. México 2001.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

Como se ha visto, **el problema descriptivo** se refiere fundamentalmente a las manifestaciones o aspectos externos de los procesos y estructuras y la hipótesis que trate de responder a este tipo de problemas puede vincular dos o más variables, pero, esto no es suficiente para determinar sus causas.⁴⁰

Leyes objetivas y leyes científicas

Los cambios y las transformaciones a que se encuentran sujetos los procesos existentes están regulados por ciertas relaciones constantes a las cuales denominamos **leyes. Las leyes objetivas** constituyen así las formas generales de las relaciones de cambio y representan las conexiones internas y necesarias en que se produce la variación de los procesos y de sus propiedades.

Por lo tanto, en las leyes se pone de manifiesto lo único que es invariable dentro del flujo continuo de cambios y transformaciones, que es la relación de su variación. De esta manera tenemos que el comportamiento de los procesos está regulado según leyes y, por eso mismo, las leyes exhiben la regularidad del universo.

Desde luego, **las leyes objetivas**, rigen independientemente de nuestra voluntad o nuestra conciencia, porque son inherentes a la naturaleza y la sociedad.

⁴⁰ Pág. 109. Raúl Rojas Soriano. El Proceso de la Investigación Científica. Editorial Trillas. México 2004.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

Ahora bien, cuando el hombre logra descubrir una ley objetiva, la expresa en la forma de **una ley científica**. En consecuencia, la ley científica es una reconstrucción racional que refleja a la ley objetiva. Dicha reconstrucción se mejora con el avance del conocimiento, aproximadamente cada vez más a la ley objetiva correspondiente, pero sin que pueda llegar nunca a coincidir por completo con ella. Una vez establecida, la ley científica expresa una relación necesaria que se cumple en ciertas condiciones y cuyos efectos se manifiestan en acciones determinadas que se producen en los procesos.

Debemos comprender que, el comportamiento de los procesos no está determinado por las leyes, sino simplemente regulado por ellas. Así, el hombre transforma los efectos de una ley cambiando las condiciones de los procesos afectados.

Por su parte, **las leyes científicas no determinan a los procesos, sino que constituyen las pautas de su determinación**. Esto es, que la ley científica no expresa lo que ocurrirá en un cierto proceso, **sino lo que sucederá cuando se cumplan tales y cuales condiciones**. En este sentido, **las leyes científicas desempeñan la función de predecir lo desconocido, con base en lo conocido**. Igualmente, las leyes científicas sirven como instrumentos de las investigaciones ulteriores y, en tanto cumplen esta función, se constituyen en partes integrantes del método científico.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

En todo caso, las leyes científicas permiten explicar el comportamiento de los procesos, cuando se conocen las condiciones de su cumplimiento. En otras palabras, ***las leyes científicas nos sirven para contestar los principales interrogantes de la ciencia, o sea, el qué, el dónde, el cuándo, el cómo y el por qué de los procesos existentes.***⁴¹

Función de la Ley

Puesto que las leyes se formulan una vez que se ha hecho la comprobación y expresan relaciones constantes entre los fenómenos, su principal función es explicar un hecho con base en la relación que éste guarda con otro.

Un hecho singular se explica mediante una ley, en el sentido de que tal hecho es un caso particular de ella; se deduce de ella. En otras palabras, un hecho singular es una interpretación de un esquema de ley o fórmula legaliforme y, por tanto, toda fórmula legaliforme puede recibir una multitud de interpretaciones, ya que especifica una clase de hechos posibles.

Las leyes se descubren (no se inventan) y nos muestran una relación que se da en la realidad, esto es, son esquemas objetivos. Las fórmulas en cambio, se construyen pero no arbitrariamente sino expresando esos esquemas objetivos.

⁴¹ Pág. 46, Eli de Gortari. Lógica General. Edit. Grijalbo. S.A., vigésima sexta edición. México 1965.

Referida a los hechos, una fórmula legaliforme tiene un dominio de validez limitado, más allá del cual resulta falsa.

Ejemplos:

- ✓ Un movimiento imposible para un avión que vuele a velocidad uniforme.
- ✓ Un movimiento posible para ese mismo objeto.

Esto significa que, aunque es lógicamente posible la trayectoria A, físicamente es imposible; lo cual limita el dominio de validez de la fórmula.

Las leyes condensan nuestro conocimiento de lo actual (lo que es) y lo que (lo que puede ser), y gracias a esto nos permiten predecir lo que sucederá con un fenómeno determinado que tenga las características necesarias para ser un elemento de la relación expresada por la fórmula.

Resumiendo lo anterior, se puede decir que, las funciones de la ley son las propias del conocimiento científico: **explicar y predecir** el curso de los fenómenos o hechos que ocurren en la naturaleza y en la sociedad.

Existen dos clases de Ley

Puesto que la formula es el reflejo de la realidad objetiva, mientras más cercana se encuentre a esa realidad, y mejor la exprese, en la medida en que fielmente la refleje, se considerará como una ley más profunda o, para decirlo con lenguaje técnico, se considerará como una Ley de nivel alto (axioma o postulado). Puesto que la ciencia tiene como meta la objetividad, debe aspirar a leyes de nivel alto, a formulas legaliformes que no dependan de las circunstancias.

En cambio las leyes de nivel bajo (teoremas) se limitan al marco de referencia; es decir, se formulan en función de las circunstancias en que se da el fenómeno que es el elemento de la relación. A pesar de que son leyes de bajo nivel y su alcance es limitado, encajan en un sistema científico y se derivan de leyes de alto nivel, en las cuales se fundamentan.

Como conclusión, se puede decir que, el concepto de ley puede significar lo siguiente:

- ✓ Esquema objetivo.
- ✓ Formula (función proposicional) que intenta reproducir un esquema objetivo.
- ✓ Fórmula que refiere (o relaciona) a un esquema objetivo con experiencia.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

- ✓ Metaenunciado (enunciado de otro enunciado) que se refiere a un enunciado legaliforme.
- ✓ Regla basada en un enunciado legaliforme.

Por último, puesto que ya se ha dicho que, todo hecho cumple con un conjunto de leyes o, si se prefiere, que **todo hecho podría explicarse mediante un conjunto de fórmulas legaliformes** y, por supuesto, **a través de un conjunto de datos empíricos**, entonces, más que una ley suelta, **se necesita un sistema (encadenamiento, cohesión) de leyes para explicar un hecho**. Además se puede agregar que, **un sistema de leyes** constituye lo que se llama **“teoría”**.⁴²

Objetivo principal⁴³

¿Deberá describir y definir el objetivo principal y meta final (la causa material y formal) de la investigación?

Es importante desarrollar la capacidad para ordenar las ideas y la información recabada; y de esta manera conectar y relacionar unos datos con otros, dándole sentido coherente y forma, el cual se traduzca en información significativa para la investigación.

¿Deberá describir y definir los objetivos específicos de la investigación?

⁴² Pág. 25-28. Yuren Camarena M. Teresa. Leyes, teorías y modelos (área: metodología de la ciencia). Quinta reimpresión. Editorial Trillas. México 1984.

⁴³ Ruiz Limón Ramón. Ingeniero Civil y Doctorante en Educación. México 2000.

Debemos lograr que la investigación tenga o al menos cuenta con la información siguiente:

- Una estructura interna o cuerpo de la investigación.
- Su ordenamiento de la información de forma coherente y sistemática.
- Y su conexión y relación de los elementos que la integran, pueden contar con relaciones entre si.

¿Debemos saber que tipo de investigación será?

¿Cuál será el método que sustentara dicha investigación?

¿Definir adecuadamente la metodología de la investigación?

¿Definir el cuerpo teórico con alguna Teoría(s) que se identifique o varias teorías que permitan identificar y definir el objeto de estudio?

Con base en los distintos “tipos de ideas” a los que se ha hecho referencia, se hacen las siguientes sugerencias para su aplicación.

<i>Idea General:</i>	Títulos o apartados generales...
<i>Idea Principal:</i>	Títulos de preguntas o ideas importantes...
<i>Idea secundaria:</i>	Partes de un párrafo, clasificaciones...
<i>Detalles:</i>	Subdivisiones de la partes...

CRONOGRAMA

Es el apartado del diseño de la investigación elaborado por quien habrá de realizar la investigación, y en el que se señala las diferentes etapas de realización del proyecto en relación con los tiempos estimados.

Al cronograma se le conoce también como: **Grafico de Gantt o Calendario de Actividades**; sea cual fuere el nombre, lo más importante es que en él queden registradas todas las actividades de la investigación y el tiempo estimado para realizar cada una de ellas, debiendo estar colocadas en un orden lógico, de acuerdo al proceso y a los requerimientos de la propia investigación.⁴⁴

⁴⁴ Pág. 98. Ortiz Frida, García María del Pilar. Metodología de la Investigación Editorial Limusa. México 2005.

Ejemplo de CRONOGRAMA

ETAPA O ACTIVIDAD	DURACION	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
		1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
1.-Diseño del proyecto						
2.-Revisión de la literatura						
3.-Marco Teórico						
4.-Diseño de hipótesis, variables e indicadores.						
5.-Diseño y selección de la muestra						
6.-Elaboración de instrumentos de recolección de datos						
7.-Aplicación de instrumentos de recolección de datos						
8.-Análisis y representación de datos						
9.-Elaboración de resultados						
10.-Elaboración de anexos, graficas, etc.						
11.-Elaboración del reporte final.						

Recopilación de la información

Es esencial al hacer investigación saber cómo localizar los trabajos previos relativos al área de investigación de su interés, para eso debe conocer:

1. Las fuentes de información que contienen los trabajos anteriores o información sobre ellos.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

2. los organismos que generan, recopilan u organizan ese tipo de información.
3. La forma en que se puede tenerse acceso a esa información.
4. Los procedimientos correspondientes para obtenerla, tanto en el país de origen como en el extranjero; el tiempo que tardaría en tenerla en sus manos y,
5. Costo aproximado de los servicios más inmediatos para obtener la información.

Técnicas e instrumentos

Por lo general mucha gente pierde mucho de su valioso tiempo en la búsqueda bibliográfica y en la recolección de información pertinente, esto se puede deber a la falta de dominio de técnicas de investigación documental: manejo de información recuperada, registro de datos, y carencias en las habilidades lectoras, entre otras. En tanto que ésta es una parte del proceso de la investigación de suma importancia, que contribuye a dar sustento al contenido y a las etapas de dicho proceso.

Técnicas de investigación documental

Las técnicas de investigación documental, centran su principal función en todos aquellos procedimientos que conllevan el uso óptimo y racional de los recursos documentales disponibles en las funciones de información.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

De entre las fichas más comunes se describen y ejemplifican las principales:

- Ficha Bibliográfica (libro).
- Ficha Hemerográfica (artículo de revista, periódico).
- Ficha Audiográfica (material sonoro).
- Ficha Videográfica (material de video).
- Ficha de Información Electrónica (información extraída de medios electrónicos, por ejemplo Internet.)⁴⁵

Técnicas de investigación de campo

Después de haber establecido con toda precisión la(s) hipótesis y haber definido las variables operacionalmente, mediante diversos recursos de recolección de datos y con base en el tipo de investigación (confirmatoria, experimental, etc.), se está en el momento mismo de definir ***la Técnica de investigación de campo*** correspondiente, esto es, desarrollar el tipo de instrumentos ex profeso, así como la forma y condiciones en que habrán de recolectarse los datos necesarios para cada caso.

Luego entonces, diseñar el instrumento adecuado y establecer la forma y condiciones en que se levantarán los datos, es una actividad por demás importantísima que requiere de toda la atención, no pueden errarse en tal actividad, porque como dice comúnmente: "Los errores cuestan, tiempo y dinero"; es decir,

⁴⁵ Pág. 101-102. Ortiz Frida, García Maria del Pilar. Metodología de la Investigación. Editorial Limusa. México 2005.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

debemos prever las consecuencias que habría en caso de equivocarnos en la elección del instrumento y en su estructuración, puesto que el tipo de datos esperados, y los tiempos de su aplicación deben ser los requeridos para medir el comportamiento de las variables, y en consecuencia poder probar la hipótesis.

OBSERVACION

La observación es una etapa del proceso de investigación científica que reviste gran importancia mediante su proceso, aparte de haber un mayor acercamiento con el objeto de estudio, se está en el momento de tomar de él, datos que son la base esencial para cuantificar y cualificar a ese objeto de estudio de manera científica. **Observar** es advertir los hechos tal y como se nos presentan en la realidad de manera natural y espontánea; como procedimiento debemos de entenderla de la siguiente manera: "Proceso mediante el cual se perciben deliberadamente ciertos rasgos existentes en la realidad por medio de un esquema conceptual previo, y con base en ciertos propósitos definidos generalmente por una conjetura sobre la cual se requiere indagar algo al respecto del objeto observable".

En dicho proceso de conocimiento se parte de la relación sujeto-objeto, donde las dudas del sujeto van a ser el punto de partida para indagar acerca del objeto. Mas de este primer proceso, muy poco o casi nada se podría decir del objeto, so tan sólo nos

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

quedáramos en el plano meramente contemplativo, debemos ir más allá e indagar ***el por qué, cómo y cuándo se suscita un fenómeno, cuáles son las causas y su origen, qué elementos lo componen, si su comportamiento es esporádico o sistemático***, éstas y otras interrogantes son las que nos permitirán encontrar soluciones a problemas que por su aplicabilidad contribuirían al proceso de la humanidad.

Cuando el investigador define su objeto de conocimiento, es porque ya tiene la intención de conocer algo más de él, y cuando lo ha analizado ya está en condiciones de decir algo más acerca de su comportamiento.⁴⁶

La observación es el método fundamental de obtención de datos de la realidad (mundo exterior y físico), toda vez que consiste en obtener información mediante la percepción intencionada y selectiva, ilustrada e interpretativa de un objeto o de un fenómeno o hecho determinado.

El procedimiento de captación de información mediante preguntas tiene predominio en las ciencias sociales, debido a que la recolección de datos se realiza de manera interrogativa, más comúnmente mediante la entrevista que es la forma en que se puede conocer de manera más directa lo que se necesita saber del sujeto.

⁴⁶ Pág. 55-58. Ortiz Frida, García María del Pilar. Metodología de la Investigación Editorial Limusa. México 2005.

Entrevista

La entrevista es la práctica que permite al investigador obtener información de primera mano. La entrevista se puede llevar a cabo en forma directa, por vía telefónica, enviando cuestionarios por correo o en sesiones grupales.

✓ **Entrevista personal**

Esta puede definirse como una entrevista cara a cara, donde el entrevistador pregunta al entrevistado y recibe de éste las respuestas pertinentes a las hipótesis de la investigación. Las preguntas y su secuenciación marcarán el grado de estructuración del cuestionario, objeto de la entrevista.

La entrevista personal tiene la ventaja de que el entrevistador puede dirigir el comportamiento del entrevistado, lo cual le permitirá obtener mejores entrevistas, que las que se hacen por correo o vía telefónica.

La entrevista personal tiene tanto ventajas como desventajas en su aplicación. Una de sus ventajas es la profundidad y el detalle de la información que se puede obtener. Otra ventaja es que el entrevistador tiene un mayor control sobre el entrevistado (si tiene la habilidad) respecto a otros

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

métodos, además de que se puede ampliar o aclarar la pregunta.

Respecto a las desventajas, se pueden señalar dos principales: el costo por entrevista, y que es frecuente encontrarse con entrevistados que no gusten mucho de tratar con extraños, especialmente cuando plantean preguntas de tipo personal.⁴⁷

✓ **Cuestionario**

Uno de los instrumentos más utilizados para la recolección de datos, es el cuestionario; su validez y estructura va a depender de la capacidad y habilidades del investigador. El contenido de las preguntas invariablemente tendrá que estar relacionadas con la hipótesis, o sea que, las preguntas deberán estar enfocadas hacia los puntos clave, que una vez que se viertan las respuestas, éstas contengan los datos directamente relacionados con la hipótesis, pero sobre todo, que una vez codificados e interpretados, permitan confirmar o refutar la hipótesis.

Pero **¿Cuál es la función procedimental del cuestionario dentro del proceso de la investigación?** Para dar respuesta a esta pregunta, se debe tener presente en primera instancia que hasta este momento de la investigación, no se había entrado en contacto con la realidad, porque todo el proceso se había

⁴⁷ Pág. 124-125. Ortiz Frida, García María del Pilar. Metodología de la Investigación. Editorial Limusa. México 2005.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

venido desarrollando en un plano estrictamente teórico y que es hasta el momento en que se estructura el cuestionario, cuando se “traducen” los conceptos para entrar en contacto con la realidad, para tomar de ella los datos necesarios.

Cada investigación requiere de una “confección a la medida” de su propio cuestionario; el tipo de preguntas estará en función de la naturaleza misma del tipo de investigación, del problema a resolver y del nivel de certeza que se pretenda, por ello al elaborar el cuestionario se deben tener en cuenta aspectos, tanto de forma como de fondo, para ello, enseguida se presentan múltiples preguntas que pueden contribuir a su mejor estructuración.

- ¿Cada pregunta fue derivada de las variables establecidas en la hipótesis?
- ¿Estructuró al inicio del cuestionario una breve explicación satisfactoria, dirigida al encuestado explicando los propósitos del mismo?
- ¿Realizó una prueba preliminar del cuestionario (pretest) para valorar su nivel de confiabilidad?
- ¿Consideró algún tipo de escala que le permita medir el nivel de actitud que se desea?
- Admiten las preguntas respuestas alternativas en cantidad suficiente como para que el encuestado se pueda expresar libremente, pero a la vez con precisión?

- ¿Las preguntas son simples, breves y redactadas en un lenguaje comprensible y desprovisto de tecnicismos innecesarios?
- ¿Se incluyen preguntas que por su intencionalidad pudieran irritar u ofender al encuestado?
- ¿Las primeras preguntas del cuestionario son el hilo conductor para las preguntas restantes?
- ¿Las preguntas están ordenadas y agrupadas de manera que atraigan la atención y neutralicen la resistencia?
- ¿Al inicio de cada bloque de preguntas, se expresan con claridad las instrucciones correspondientes a ese bloque?
- ¿El cuestionario está estructurado de manera tal que facilite la codificación de las respuestas?
- ¿Son necesarias todas y cada una de las preguntas?
- ¿Cada una de las preguntas fue definida con precisión, de manera que las posibles respuestas generen el tipo de información que se busca?
- ¿Las preguntas cubren totalmente los aspectos fundamentales de la investigación?
- ¿Las preguntas podrían generar respuestas, de las que el encuestado no pueda contestar por no disponer de la información requerida y necesaria?
- ¿Se requiere que las preguntas sea más concretas como para obtener respuestas precisas y claras?

Escala

Por escala entendemos **un sistema de graduación que representa la principal característica de la variable que deseamos medir**, por ejemplo: una escala de ruido que sirva para medir el grado de tolerancia que soporta un obrero en la fábrica.

Como en el proceso de investigación se aborda la parte estadística y se opera con conjuntos, por lo general éstos poseen un determinado número de unidades, esas unidades a su vez tienen determinadas características que es necesario: contar, jerarquizar o medir.

Existen cuatro niveles de medición (escalas):

1. Nominal o clasificatoria.
2. Ordinal.
3. De intervalo.
4. De Razón.

La escala nominal es aquella que utiliza número como "membretes", con la finalidad de caracterizar o codificar algo para facilitar su manejo. En este caso el orden no tiene ningún significado.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

La escala ordinal es la que sirve para ordenar en categorías correspondientes al valor que adquiere la variable(s) que se está considerando.

La escala de intervalo se caracteriza por su representación a través de una unidad de medida. Un rasgo importante es que en este tipo de escala la proporcionalidad de diferencias es la misma para varias escalas. Además el orden siempre tiene un significado específico.

La escala de razón es aquella que representa una proporción o razón de la cantidad considerada como unidad modelo de la medida (arbitrariamente establecida). En esta escala el orden tiene un significado.

Test y pretest

Ambos son instrumentos destinados a la obtención de datos. Su denominación es más usual en las ciencias del comportamiento. El test (prueba Psicométrica) tiene su equivalente en otras áreas del conocimiento con un cuestionario, o sea, que también se aplica con la finalidad de obtener mediante éste los datos pertinentes. El pretest (preprueba) corresponderá a la prueba piloto, la cual se aplica a un sector de la muestra (entre 15% y 20%), para modificar los ítems que habrán de permitir medir de una mejor forma los componentes de las variables.

Encuesta

La encuesta es un proceso interrogativo que finca su valor científico en las reglas de su procedimiento, se le utiliza para conocer lo que opina la gente sobre una situación o problema que lo involucra, y puesto que la única manera de saberlo, es preguntándose, luego entonces se procede a encuestar a quienes involucra, pero cuando se trata de una población muy numerosa, sólo se le aplica este a un subconjunto, y aquí lo importante está en saber elegir a las personas que serán encuestadas para que toda la población esté representada que serán encuestados para que toda la población éste representada en la muestra; otro punto a considerar y tratar cuidadosamente, son las preguntas que se les darán.

El tipo de información que se recoge por este medio por lo general corresponde a: **opiniones, actitudes y creencias**, etc.; por lo tanto, se trata de un sondeo de opinión. Solo cuando las entidades gubernamentales requieran de la opinión de toda la población, acuden al referéndum o al levantamiento de un censo.

Diario de campo

Este instrumento toma su nombre del acto de extraer de manera sistemática y controlada los datos de la realidad, tal y como suceden. Esta actividad se centra en la etapa de investigación

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

de campo; su valor en consecuencia se debe al hecho de permitir al investigador ser el único mediador entre el comportamiento del fenómeno y los datos que se recogen.

Su estructura estará en función del número de observaciones necesarias, así como del tipo de hechos o actos a observar, establecidos a priori, y de las condiciones en que se tomarán los datos.

En las ciencias naturales y en las ciencias aplicadas la precisión con la que se deben recolectar los datos requiere incluso del apoyo de instrumentos de precisión, en tanto que en las ciencias sociales son otras las condiciones que se requieren, no menos importantes o carentes de valor científico; por ejemplo, para observar el comportamiento que presenta un grupo de niños el primer día de su ingreso a una guardería, se preverá que la ambientación sea la misma para todos los niños, y que sea su mamá quien los entregue a la niñera.⁴⁸

⁴⁸ Pág. 127-131. Ortiz Frida, García María del Pilar. Metodología de la Investigación. Editorial Limusa. México 2005.

Cuestionario abierto (ejemplo: “a través de él se obtendrá la información”)

1. ¿Qué aspectos tienen influencia y predominan en la conducta del profesor y el estudiante?
2. ¿Cómo aprovechar y dirigir las capacidades intelectuales y emocionales en el estudiante?
3. ¿Qué actividades permiten y fomentan el desarrollo de las **capacidades intelectuales y emocionales** en el estudiante?
4. ¿Qué actividades permiten y desarrollan **la razón y la consciencia** en el estudiante?
5. ¿Cómo puede desarrollar y hacer uso adecuado el estudiante de la **percepción y de la intuición**?
6. ¿Qué actividades permiten desarrollar y fomentar la curiosidad por la razón y el estado de consciencia en el estudiante?
7. ¿Qué actividades ayudan a desarrollar y fortalecer el uso de la percepción y de la intuición en el estudiante?
8. ¿Cómo puede desarrollar y utilizar la capacidad de análisis y de criterio el estudiante en su vida cotidiana?

El objeto de la investigación o tema, asunto de la investigación. Es el eje sobre el que gira la investigación, desde el inicio hasta el final.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

Sin embargo, **el objeto de estudio o de investigación**; existe siempre dentro de un conjunto mas amplio y complejo, ya que no podemos analizar y estudiar la totalidad "todo", solamente podemos estudiar una parte o una parcela del conocimiento "parte-todo". Por lo tanto, el objeto de estudio puede comprenderse, analizarse y explicarse a través del **Análisis y la Síntesis**, ya que existe una totalidad de la que forma parte la investigación.⁴⁹

Por lo tanto, debemos preguntarnos lo siguiente:

¿Qué es lo que se desea investigar o qué se quiere alcanzar o conocer o determinar con la investigación (meta final y el alcance y limitación)?

Analizar, explicar, identificar y describir las cualidades y determinaciones acerca del objeto que eran desconocidas o confusas antes de iniciar su indagación sistemática. Partiendo de lo general a lo particular (de lo abstracto a lo particular o concreto).

¿Cuáles son los elementos que se consideran dentro de la investigación o objeto de estudio (quiere decir todas las partes o elementos "partes-todo" que se relacionan y tienen una interdependencia, y conexión entre si, y describe o identifican al objeto de estudio)?

⁴⁹ Ruiz Limón, Ramón. Ingeniero Civil y Doctorante en Educación, México 2000.

La oración tópica o el enunciado del objeto de estudio; expresa, en forma breve y general, *la intención o la meta final a alcanzar en la investigación por parte del investigador.*

¿Deberá saber cuales son los alcances y limitaciones de la investigación?

¿Deberá conocerse el sector de la población que se ha de investigar o esta relacionada con el objeto de estudio, y se deberá establecerse límites más estrictos en cuanto al nivel de lo concreto de sus causas?

Por ejemplo:

Tema:

*“La influencia de la **ACCION-VOLUNTAD del Alumno** (emociones, sentimiento, deseo, interés e intención) en el **APRENDIZAJE ESCOLAR Y EL DESPERTAD DE LA CONCIENCIA**”.*⁵⁰

OBJETIVO GENERAL:⁵¹

Explicar la influencia de las EMOCIONES en los Estados de Conciencia y el Aprendizaje Escolar del alumno.

⁵⁰ Ruiz Limón, Ramón. Ingeniero Civil y Doctorante en Educación, México 2000.

⁵¹ *Ibíd.*

OBJETIVOS ESPECIFICOS:⁵²

Observar y describir la influencia de las Emociones del alumno, durante su estancia en la Institución Educativa.

Relacionar e identificar las actitudes y estados de ánimo del alumno y el Profesor durante la clase.

Medir y Evaluar la conducta y personalidad del Profesor y del Alumno, a través de mecanismos de Psicometría.

Categorizar y evaluar las emociones que se presentan en el Profesor y el Alumno, de manera que identifiquemos las que mayormente predominan en el profesor y en el alumno.

Pregunta clave:⁵³

¿Cuáles son los factores (educativos, familiares o personales) particulares y generales que influyen en las emociones (deseo, sentimiento, interés, intención) del profesor?

¿Cuáles son los factores (educativos, familiares o personales) particulares y generales que influyen en las emociones (deseo, sentimiento, interés, intención) del alumno?

⁵² *Ibíd.*

⁵³ *Ibíd.*

Meta final u objetivo de la Investigación:

1. ***Aprovechar y Desarrollar*** las capacidades y habilidades intelectuales, emocionales y sociales en el alumno con las cuales pueda relacionarse e interactuar en la sociedad y así mismo tenga la capacidad de resolver cualquier tipo de problema que se le presente en la vida cotidiana.
2. ***Identificar y describir*** cómo se manifiestan y de qué manera son interpretadas y canalizadas las emociones (deseo, interés, intención, sentimiento) en los estados de conciencia del profesor.
3. ***Identificar y describir*** cómo se manifiestan y de qué manera son interpretadas y canalizadas las emociones en los estados de conciencia y el aprendizaje del alumno.

Debemos de reconocer que, al contar con una fuente suficiente de datos; los cuales presenten características cualitativas y cuantitativas sobre el profesor y el alumno. Se tendrá la capacidad para elegir las herramientas más apropiadas que permitan desarrollar y fortalecer las habilidades intelectuales, emocionales, afectivas y sociales en el alumno.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

Deberá adjuntarse las **Palabras Claves, método (inductivo, deductivo), metodología y los instrumentos** (encuestas, cuestionarios, entrevistas, etc.) que servirán para la recolección de la información, y finalmente deberá hacerse un **resumen o abstract** de la investigación.⁵⁴

Palabras clave:

Cerebro, cerebro reptil, cerebro mamífero, cerebro neomamífero, lóbulo izquierdo, lóbulo derecho, lóbulo occipital, lóbulo parietal, lóbulo frontal, lóbulo lateral, memoria, memoria fugaz, memoria de trabajo, memoria de largo plazo, consciencia, inconsciencia, mente, razón, inteligencia, inteligencia emocional, inteligencia intelectual, inteligencias múltiples, procesos mentales, sensación, impresión, representación o idea, emoción, intuición, percepción, instinto, el mundo de la Ideas, el mundo de los sentidos, teoría del inconsciente, teoría del aprendizaje, materialismo, , idealismo, empirismo, racionalismo, teoría de la enseñanza, Teoría de la motivación, Teorías psicopedagógicas, neurofisiología, neurolingüística, Teorías sociológicas, sociedad, ideología, comunidad, felicidad, angustia, temor, miedo, depresión, ira, deseo, placer, voluntad, egoísmo, control, poder, resentimiento, reflejo condicionado, reflejo incondicionado, psique, espíritu, materia, aprendizaje significativo, aprendizaje tradicional, dogma,

⁵⁴ Ruiz Limón, Ramón. Ingeniero Civil y Doctorante en Educación. México 2000.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

superstición, doctrina, drogas endógenas, motivación intrínseca, motivación extrínseca.⁵⁵

Reflexión:

“Debemos de reconocer y aceptar, que el pensamiento humano a través de las habilidades superiores (inteligencia, pensamiento, etc.) del hombre a construido el pensamiento científico, tecnológico y artístico: ¿Por qué no ha de ser capaz de crear un ambiente nacional e internacional el cual este subordinado a la justicia, paz, felicidad y fraternidad? La naturaleza humana ha creado a hombres como Sócrates, Platón, Aristóteles, Leonardo Da Vince, Newton, Beethoven, Mozart, Pascal, Lutero; héroes y genios en los cuales encontramos una peculiaridad, la cual es el uso de la inteligencia y de los procesos de abstracción. Por lo tanto, la historia de la Ciencia y el Método Científico son procesos de un arduo trabajo y sacrificio de lucha y entrega de hombres que han reconocido sus facultades cognoscitivas; cualidades de la naturaleza humana, y sobre todo de aceptar con la fuerza del espíritu científico y la razón, en que solo el ser humano puede transformar la naturaleza y la sociedad; y a la vez, puede transformarse a sí mismo”.⁵⁶

⁵⁵ *Ibíd.*

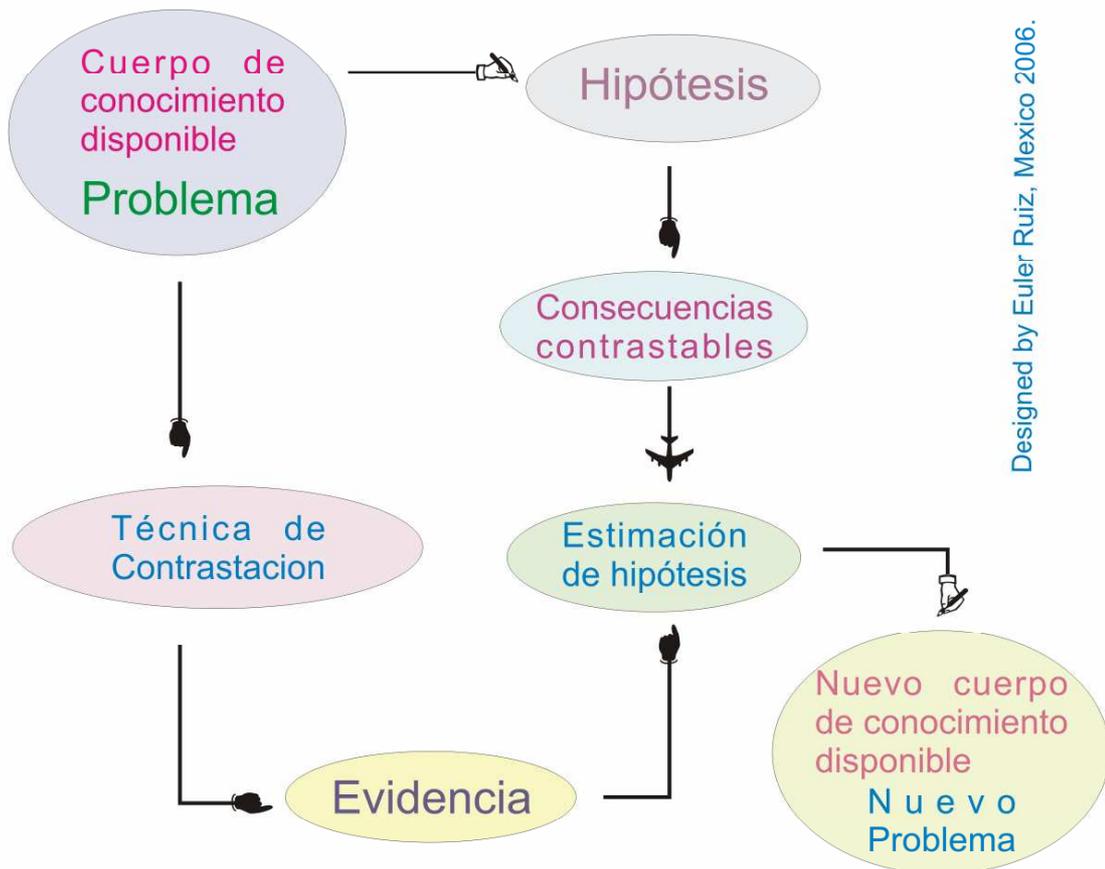
⁵⁶ *Ibíd.*

Anexos



El proceso de la Investigación Científica

Las Reglas del Método Científico



Designed by Euler Ruiz, Mexico 2006.

Designed by Euler Ruiz, Mexico 2006.



EL PROCESO DE LA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL

TRABAJOS DE INVESTIGACION DOCUMENTAL

- ✓ MONOGRAFIAS
- ✓ ENSAYOS
- ✓ INFORMES
- ✓ ESTADISTICAS
- ✓ INVESTIGACIONES
- ✓ MEMORIAS
- ✓ TRABAJOS DIDÁCTICOS
- ✓ ANALES, HISTORIA, HISTORIOGRAFÍA
HISTORIAS DE LA VIDA
- ✓ ESTUDIO DE CASO

Designed by Euler Ruiz, Mexico 2006.

CADA CAPITULO O SUBCAPITULO DE UN PROYECTO O REPORTE CIENTÍFICO, TIENE SU ORIGEN EN LAS NECESIDADES BÁSICAS DE LA INVESTIGACIÓN:

ENCONTRAR, ACLARAR, ANALIZAR Y COMUNICAR ADECUADAMENTE LOS CONOCIMIENTOS Y CONCLUSIONES PERSONALES BIEN SUSTENTADAS SOBRE LA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL.

CUESTIONARIO

- 1.- ¿Cuál es la naturaleza del conocimiento humano?
- 2.- ¿Cómo se describe el proceso de conocer?
- 3.- Explique cuáles son los elementos del conocimiento científico.
- 4.- ¿En qué se fundamenta el conocimiento científico?
- 5.- ¿Qué papel desempeñan los sentidos en el acto de conocer?
- 6.- ¿Cómo actúa la razón para llegar al conocimiento?
- 7.- ¿Qué es el método analítico y el método sintético?
- 8.- ¿Qué se entiende por proceso de investigación científica?
- 9.- ¿Cuál es la importancia del conocimiento filosófico?
- 10.- ¿Qué es la ciencia y cuántos tipos de ciencia existen?
- 11.- ¿Qué es la tecnología y la tecnocracia?
- 12.- ¿Cuál es la influencia sobre la sociedad o país, el desarrollo científico y tecnológico?

13.- ¿Cuáles son los métodos que se utilizan en la investigación científica?

14.- Considera que **la Revolución Francesa (1789)**, fue un factor determinante en el desarrollo social, económico y político mundial (Rev. Industrial, Ilustración, Liberalismo Económico, Rev. Mexicana 1910, Rev. China 1911, Rev. Rusa 1917, etc.), y trajo como resultado cambios en todos sus ámbitos, tanto nacional como mundialmente.

15.- ¿Cómo se define una Revolución Científica o Cambio Científico?

G L O S A R I O

Conocer. Averiguar por el ejercicio de las facultades intelectuales (pensamiento, razonamiento) la naturaleza, cualidades y relaciones de las cosas.

Conocimiento. Acción y efecto de conocer. Entendimiento, inteligencia, razón natural.

Conocimiento científico. Proceso de conocer de manera sistemática y ordenada con el fin de buscar la verdad, bajo la ayuda de una metodología científica, apoyada en instrumentos cognoscitivos.

Conocimiento no científico. Es el conocimiento que no es sistemático, que existe disperso y general (conocimiento común y ordinario).

Conocimiento filosófico. El proceso de conocer a partir de la reflexión, del pensamiento sin que intervengan factores de la realidad para ser probados. Dicho conocimiento esta fundamentado y apoyado en doctrinas del pensamiento epistemológico o teoría del conocimiento.

Conocimiento ordinario. Proceso de conocer manejado por el vulgo, la mayoría de la gente y cuya transmisión puede ser oral o conocida por la práctica del mismo (o a través de la cultura). Pertenecen a este tipo de conocimiento las prácticas de la herbolaria, las recetas caseras de nuestras abuelas, por ejemplo.

Función. Capacidad de acción o acción de un ser apropiado a su condición natural.

Naturaleza. Esencia y propiedad característica de cada ser.

Razón. Facultad humana de descubrir las relaciones que existen entre los elementos de una estructura que formen parte de un hecho o acontecimiento natural, social o referente a la naturaleza humana, lo cual nos conduzca al entendimiento y a la comprensión del fenómeno, ayudado con la inducción, deducción y la analogía.

Sentidos o órganos sensoriales. Percibir por medio de determinados orígenes corporales las impresiones de los objetos externos.

Ciencia. Es cuando el conocimiento ordinario (común de la gente), rebasa la percepción sensorial para centrarse en la razón (inducción, deducción y analogía) que constata y verifica la idea que se tiene de un objeto, con el objeto mismo. Y además la

ciencia utiliza un instrumento cognoscitivo y metodológico (método científico), que le permite convalidar y comprobar las relaciones de las variables dependiente e independiente del objeto de estudio, y así de esta manera construir una hipótesis necesaria que representa la solución o el resultado temporal del evento.

Hecho. Aquello que pertenece a la realidad (mundo físico o mundo de los objetos), que toma existencia propia, independiente de nuestro pensamiento.

Hipótesis. Soluciones probables y auxiliares del pensamiento científico, que se utilizan en la solución de problemas que nos presenta la realidad. Las hipótesis poseen un contenido más amplio que las proposiciones empíricas que cubren (datos e información). Es una total condensación de experiencias singulares (datos e información). La hipótesis es una proposición (cuyo enunciado de generalidad es variable) cuya convalidación dependerá de su posibilidad de resistir un método experimental de contrastación. La función de la hipótesis es, orientar la búsqueda de orden en los hechos.

Ley. Enunciado científico con validez general en tanto encuentra regularidades comunes a un conjunto o universo. Puede tratarse de leyes causales o de leyes probabilísticas.

Método. Procedimiento o camino para investigar y conocer. Existen métodos generales, particulares y específicos, los cuales se utilizan de acuerdo con el objeto de estudio y la ciencia de la que se trate.

Modelo. Construcción hipotética con la cual se pretende representar una parte de la realidad con objeto de estudiarla y verificar la teoría.

Muestra. Parte representativa del universo de estudio. La muestra se obtiene por diversos procedimientos que comprenden dos grandes rubros, el muestreo probabilístico y el no probabilístico.

Multidisciplinario. Actividad conjunta que ejercen muchas disciplinas para investigar un problema cada quien desde su óptica sin que sea necesaria su integración.

Problemática. Conjunto de problemas.

Teoría. El primer proceso de verificación y el último de teorización. Conjunto ordenado de proposiciones que intenta explicar una parte de la realidad. El cuerpo teórico relaciona los datos empíricos con conceptos operativos.

Transdisciplinario. Práctica que trasciende a las disciplinas en un esfuerzo por conjugar objetivos comunes, lenguaje común y actividades que sirvan para resolver una problemática.

Universo. Población total que abarca la investigación.

A continuación se enuncian los elementos que forman parte de un proyecto de investigación:

1.- La elección del Tema

¿Qué se va a investigar?

¿Cómo se realizara la investigación?

¿Por qué es importante la temática a investigar?

Las preguntas son cómo, por qué, cuándo y dónde

Explican el surgimiento de un tema de investigación, la razón de un trabajo de investigación.

¿Qué elementos forman parte de la Elección del Tema de investigación?

Se recomienda, enlistar los principales problemas locales, estatales, nacionales e internacionales que se identifican desde el lugar donde se va a llevar a cabo la investigación, y así se puede deducir el Tema de Investigación.

2.- Planteamiento del Problema de investigación.

Una vez seleccionado **el Tema de Investigación**, se debe de enunciar la problemática de la investigación, para buscarle las alternativas de solución a través de las diferentes disciplinas del conocimiento (ciencias empíricas o formales, según sea el tipo de investigación) científico o de la que corresponda dependiendo del problema a investigar.

Por **Problema** se entiende ***“la cuestión que trata de resolver por medio de procedimientos científicos***. El inicio de la investigación es el Problema.

Ahora bien, ***el planteamiento del problema*** en forma general significa, ***“la presentación clara y directa de la relación entre dos o mas variables contenidas en el problema, que se pueden comprobar empíricamente y que permiten encontrar las vías de solución o respuestas”***,

Es decir, ***plantear un problema*** es minimizar todos sus efectos y relaciones fundamentales o entre mas particular sea el problema a investigar esto, facilita el proceso de la investigación, en cambio si es muy general dicha investigación pierde el rumbo, por que existirá diferentes líneas de investigación.

En el planteamiento del problema existen tres aspectos básicos que se deben de reflexionar, analizar y conceptualizar y son los siguientes:

1. Descripción del problema de investigación.
2. Elementos del problema de investigación.
3. Formulación del problema de investigación.

2.1. Descripción del Problema de investigación.

Este aspecto nos indica describir de manera objetiva la realidad del problema que se esta investigando. **En la descripción se señalan todas las características de la problemática, los hechos y los acontecimientos que están en entorno social**, al mismo tiempo se debe mencionar **los antecedentes del problema**.

- ❖ Antecedentes del estudio o problema de investigación.
- ❖ Las técnicas en las que se basó, las categorías de análisis o ejes centrales que permiten guiar el proceso de investigación.
- ❖ Los supuestos básicos en los que se apoya el enunciado del problema.

Un enunciado completo del problema incluye todos los hechos, relaciones y explicaciones que sean importantes en la investigación.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

Hay que encuadrarlos en **un enunciado descriptivo o en una pregunta** que indique con claridad **que información ha de obtener el investigador para resolver el problema de investigación.**

Por ejemplo:

- ❖ ¿De que manera influye la **preparación académica (V. Independiente)** en **un sujeto (cambio en la conducta del sujeto V. Dependiente)** determinado?
- ❖ ¿Cómo puede utilizar los **conocimientos académicos** un sujeto que le permitan lograr **movilidad social, económica y cultural** dentro de una sociedad determinada?
- ❖ ¿Cómo influye la **preparación académica** en un sujeto para el desarrollo de una **conciencia flexible y racional**?

El investigador deberá de reconocer e identificar, que datos empíricos e intelectuales (teorías, conceptos, axiomas, postulados, principios, etc.) conducen a la solución del problema de investigación.

En el desarrollo del planteamiento del problema, es conveniente ubicarlo en **un contexto** geopolítico, socioeconómico, histórico y geográfico, etc., ya que dicha problemática no se presenta en forma aislada, esto significa que necesariamente tenemos que ubicarlo en el tiempo y en el espacio.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

Conocimiento de la problemática, manejar los conceptos, definiciones, **elaborar preguntas sobre el objeto de investigación.**

Tener un pensamiento lateral, es decir, creativo, imaginario.

Elementos que integran a la Descripción del Problema.

- ❖ Antecedentes del estudio.
- ❖ Hechos y acontecimientos.
- ❖ Las características y sus elementos (relaciones y explicaciones, y la importancia dentro del lugar, y el beneficio que traerá consigo).
- ❖ Contexto (político, socioeconómico, histórico, geográfico).

2.2.- Elementos del Problema

Son elementos aquellas características de la situación problemática imprescindibles para el enunciado del problema, es decir, **sumados los elementos del problema** se tiene como resultado **la estructura de la descripción del problema.**

Para poder abarcar **la búsqueda de una solución a un problema**, el investigador **debe precisar la naturaleza y las dimensiones del mismo.** Para ello, **se requiere reunir datos empíricos que se puedan relacionar con el problema y posibles explicaciones del mismo.**

Para que la lista obtenida de **los elementos del problema** adquiera verdadero significado, el investigador procurará **hallar las relaciones que existen entre los hechos empíricos**, por una

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

parte, **y entre las explicaciones racionales** por la otra, y tratara de relacionar aquellos con estas.

Luego de incorporar nuevos datos a la lista de elementos, **eliminar los que considere carentes de importancia**, el investigador realizará un profundo **examen de los supuestos en que se basan los hechos, explicaciones y relaciones halladas**.

2.3.- Formulación del Problema de investigación.

De acuerdo con lo anterior, es de suma importancia de conocer **cómo se define y se formula el Problema de investigación**, con su entorno y sus relaciones de la manera más concreta posible,

En la formulación del problema, la definición es la fase mas importante y se debe de realizar **con elementos de la problemática que se investiga, definir un problema es señalar todos los elementos, aspectos, características en forma entendible y precisa**, con el fin de que otras personas (lectores) puedan entender el proceso de la investigación.

Cuando se halla definido la problemática es necesario formularlo y redactarlo para contar con todos los elementos del proceso de la investigación.

Es decir, **el proceso de división conceptual del problema consiste en fijar la idea principal, los supuestos básicos en que se fundamente la argumentación inicial en relación con el problema planteado**, los supuestos accesorios y accidentales que van surgiendo al usar la lógica para precisar el razonamiento.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

Es recomendable al finalizar el planteamiento del problema redactar algunas preguntas que surgen de la problemática, es decir, una gran pregunta central como eje de la investigación y de ahí derivar las preguntas secundarias.

Las preguntas bases son:

¿Qué? ¿Cuándo? ¿Para que? ¿Quien? ¿Donde? ¿Con que?
¿Como? ¿Por que? ¿Cuanto?

¿Que relaciones se pueden establecer?

¿Cuáles son los puntos esenciales de la problemática?

¿Cuáles serian las alternativas de solución de la investigación?

¿Cómo establecer las relaciones con las variables (dependiente, independiente)?

3.- Justificación del problema de investigación.

En este apartado se **explica las razones o los motivos por los cuales se pretende realizar la investigación** por lo general es breve y concisa.

Por **justificación** se entiende **sustentar, con argumentos convincentes, la realización de un estudio**, en otras palabras, **es señalar por qué y para qué se va a llevar a cabo dicha investigación.**

Para elaborar la justificación primero se tiene que conocer bien el problema, posteriormente se requiere de:

- ❖ Explicar por qué es importante realizar la investigación.
- ❖ Que beneficios se obtendrían al resolver la problemática que se plantea.

En el desarrollo de la investigación se puede dimensionar en diferentes tipos de interés como son los siguientes:

- ❖ Intereses personales.
- ❖ Intereses institucionales.
- ❖ Intereses políticos.

Es decir, explicar el tipo de interés que se tenga sobre el tema que sé esta investigando, con la finalidad de conocer esas razones, que por la cual se ha interesado.

4.- Objetivos de la Investigación.

Los objetivos es parte fundamental en el proceso de la investigación científica o de cualquier estudio que se realizar, **nos permite, predecir, explicar y describir los fenómenos y adquirir conocimientos de esos fenómenos estudiados.**

Con los objetivos se busca la finalidad de la investigación, es decir, es la referencia, que guía o permite el desarrollo de la propia investigación.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

Los objetivos deben estar claramente redactados o bien formulados, para lograr transmitir lo que se está investigando y evitar confusiones o desviaciones en la investigación.

Con objetivos claros, precisos nos va a permitir

- a) Extender y desarrollar los conocimientos de un tema.
- b) Profundizar y preguntar acerca de tesis o argumentos científicos.
- c) Llevar la práctica los conocimientos adquiridos en el diseño de una investigación.
- d) Con los objetivos sabremos los alcances, las limitaciones de la investigación y nos va a permitir dirigir todos los esfuerzos hacia una misma dirección la investigación.

Los objetivos deben de tener congruencia con las demás fases de la investigación, ya que una de las características propia del proyecto de investigación, los objetivos se tienen que estar revisando en el proceso de la investigación, para evitar desviaciones o fallas.

En la elaboración de los objetivos es válido plantear **un objetivo general** que **debe de ser más amplio que cualquiera de los objetivos particulares** y lo más preciso para lograr las metas que se propone el investigador, de este objetivo general se desprenden **los objetivos particulares**, que **son las fases del proceso de la investigación**, es decir, **de lo que se va a investigar**.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

En la formulación de los objetivos se utilizan **verbos, en infinitivo**, es decir, **con verbos no conjugados**, aunque en la obra de **Benjamín Bloom** (1960) es una clasificación de metas educativas y no como una guía para la redacción de objetivos para la investigación, se puede sugerir la utilización, para facilitar la redacción, estos pueden ser:

Objetivos generales y específicos.

conocimiento	comprensión	aplicación	Análisis	síntesis	evaluación
Definir	Traducir	Interpretar	Distinguir	Componer	Juzgar
Repetir	Reafirmar	Aplicar	Analizar	Planear	Evaluar
Apuntar	Discutir	Usar	Diferenciar	Proponer	Tasar
Inscribir	Describir	Emplear	Calcular	Diseñar	Seleccionar
Registrar	Explicar	Demostrar	Experimentar	Formular	Escoger
Marcar	Expresar	Dramatizar	Probar	Arreglar	Valorar
Recordar	Identificar	Practicar	Comparar	Ensamblar	Estimar
Nombrar	Localizar	Ilustrar	Criticar	Reunir	Medir
Relatar	Transcribir	Operar	Investigar	Construir	
Subrayar		Inventariar		Crear	
Enlistar		Esbozar		Organizar	
Enunciar		Trazar		Dirigir	
				Aprestar	

5.- Formulación de Hipótesis.

La siguiente fase son las hipótesis, y son los elementos importantes de toda investigación que **sirven como guías precisas y orientan al investigador, a comprobar la problemática que sé esta investigando**, las hipótesis son de gran importancia, se construyen tanto en la vida cotidiana como en el proceso de la investigación científica, **las hipótesis surgen en la elaboración del planteamiento del problema.**

Todo el tiempo se plantean soluciones tentativas a los problemas que se presentan en nuestro entorno social. Sin embargo, **las conjeturas que se establecen cuando se actúa científicamente, son creaciones mentales (intelectuales) construidas conscientemente.** Es decir, no surgen de la espontaneidad sino **se formulan de acuerdo con criterios que se les permitan ser útiles en el proceso de la investigación científica.**

Las hipótesis constituyen **una herramienta que ayuda a ordenar, estructurar y sistematizar el reconocimiento mediante una proposición.** La hipótesis implica una **serie de conceptos y juicios tomados de la realidad estudiada, que llevan la esencia del conocimiento.**

Una hipótesis clara, concreta, viable **puede ser la guía de la investigación,** por que **establece los límites, ayuda a organizar las ideas, y da un enfoque al procedimiento de la problemática estudiada.**

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

Ahora bien la palabra hipótesis se deriva de hipo: bajo y thesis: suposición, podemos conceptualizar de la siguiente manera:

Hipótesis Es una suposición que establece relaciones entre los hechos o fenómenos, mediante dos o más variables (v. independiente y v. dependiente), y a la que todavía falta una comprobación.

Para enunciar hipótesis científicas, así como para comprobarlas, se deben seguir una serie de reglas y procedimientos, que constituyen, en parte, la investigación científica.

Arias Galicia nos señala las siguientes reglas.

- ❖ ***Dar la esencia.*** La definición debe dar la esencia de lo que intenta definir, es decir, su naturaleza, sus límites.
- ❖ ***Evitar tautologías.*** No debe directa o indirectamente contener el objetivo.
 - Ejemplo: La psicología es la ciencia que estudia a los fenómenos psicológicos. (tautología)
 - La psicología es la ciencia que estudia la conducta y los procesos cognoscitivos (lenguaje, pensamiento, ideas, conocimiento, inteligencia, etc.) del sujeto. (forma correcta)
- ❖ ***Debe ser afirmativa.*** Toda definición debe expresarse siempre en términos afirmativos, nunca en términos negativos.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

- ❖ Empleo del lenguaje claro. Debe de expresarse en palabras claras y asequibles, no debe contener metáforas o figuras literarias.

Variables

Las hipótesis están compuestas por variables, y **las variables son atributos que se miden en las hipótesis o también pueden ser conceptos operacionales** que adquieren diferentes valores y **se refieren a las cualidades o características**, como por ejemplo:

Masa (m), velocidad (v), aceleración (a), inteligencia, sexo, edad, estrato social, tasa de interés, escolaridad, peso, longitud, etc.

La investigación gira en torno de las variables, debido a que **la finalidad del trabajo científico es descubrir la existencia de ellas y su magnitud, así, como probar las relaciones que las unen entre sí.** Esto quiere decir que después de haber establecido una descripción clara y científica del objeto de estudio de la investigación, **el investigador procede a explicar dicho objeto.** Dicha explicación consta de dos elementos como son:

- ❖ **Variables independiente (X)**, se identifica como la Causa o antecedente.
- ❖ **Variable dependiente (Y)**, se considera el Efecto o resultado.

¿Qué es variable independiente?

Son todos los elementos o factores que explican un fenómeno científico.

Esta variable puede ser manipulada por el investigador o científico.

¿Qué es variable dependiente?

Son los efectos o resultados del fenómeno que se intenta investigar.

¿Cómo se determinan las variables?

No es el propio investigador, quien va a determinar las variables, **sino el objeto de estudio va hacer quien lo determine.**

6.- Marco Teórico (Estado del Arte).

7.- Marco Conceptual

8.- Marco Histórico

9.- Marco contextual

10.- Marco legal

11.- Metodología

La metodología es un procedimiento general para obtener de una manera más precisa el objetivo de la investigación, dependiendo de la problemática que se vaya a estudiar se determina el tipo de investigación, es decir:

12.- Bibliografía

13.- Cronograma

14.- Esquema de la Investigación

Es indispensable elaborar **el esquema de la investigación o el índice de lo que va hacer la investigación**, el esquema puede ajustarse en el proceso de la investigación, conforme a los resultados que genere la propia investigación.

El esquema es;

La ordenación temática probable de la problemática a investigar.

THE SCIENTIFIC METHOD

GLOSSARY

Below are some common scientific terms that you may encounter during this tutorial. When you are finished with this window, click the X at the top right corner to close it.

Term	Definition
Conclusion	The solution or answer to a problem. The conclusion is what the scientist has learned about the problem through experimentation.
Controlled variable	A variable that must remain the same in all situations. Controlled variables are all of the things in an experiment that must remain the same.
Data	Pieces of information that a scientist will gather and look at. Data consists of information collected through research, experiments, and observations. Conclusions can be made based on data.
Data table	A T-shaped diagram that displays raw data from an experiment. It includes a manipulated and responding variable.
Experiment	A test or trial used to gain knowledge or to test a theory.
Graph	A diagram consisting of lines, bars, or circles to represent information. Science fair experiments usually require line graphs.
Hypothesis	A reasonable or educated guess. It is what a scientist thinks will happen in an experiment. Hypotheses are based on observations, research, and what is already known about the subject.
Log book	A notebook in which a scientist writes all of his or her notes about the experiment. All students who complete a science fair project must have a log book.
Manipulated variable	A variable that is deliberately or intentionally changed by the scientist in an experiment.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

Metric measurement	A system of measurement that scientists use. Length is measured in meters, weight is measured in grams, volume is measured in liters, and temperature is measured in degrees Celsius.
Observation	The use of the five senses (seeing, hearing, smelling, tasting, or touching) to collect information.
Operational definition	The way a scientist measures variables. The operational definition explains specifically how each variable will be measured (hours, degrees, meters, liters, grams, decibels, etc.)
Ordered pairs	Number data that shows a relationship between the manipulated and responding variables. For example, if you gave a plant 10 ml of water each day, and the plant grew a total of 15 cm, then the ordered pair would be (10, 15).
Problem	Something that needs to be solved. Problems are usually questions that scientists ask about science topics.
Procedures	A methodical, logical way of doing something. Procedures include directions or plans, listed step by step.
Qualitative data	Sensory (sight, touch, smell, hearing, taste) information that is used to draw conclusions.
Quantitative data	Numerical (number) information that is used to draw conclusions.
Raw data	The initial quantitative information that a scientist gets while conducting an experiment. All raw data is written in a data table in the scientist's log book.
Responding variable	A variable that changes as a result of the manipulation of another variable. The responding variable is not changed intentionally, rather, it changes because of what the scientist changed intentionally.
Scientific Method	A logical way of solving problems. Scientists use this method to gather and test information. There are seven steps to the scientific method: <ol style="list-style-type: none"> 1. Identify a problem 2. Create a hypothesis 3. Design an experiment 4. Conduct the experiment 5. Collect data

	6. Graph data 7. Draw conclusions (obtener conclusiones a partir de datos)
Variable	Something that can change or "vary" in a situation.
X axis	The horizontal line at the bottom of a graph. The manipulated variable is always written on the x axis of a graph (Variable independiente, la causa o antecedente)
Y axis	The vertical line on the left side of a graph. The responding variable is always written on the y axis of a graph (Variable dependiente, el efecto o resultado).

The Scientific Method

A logical way of solving problems. Scientists use this method to gather and test information. There are seven steps to the scientific method:

1. Identify a problem (identificación y definición de un problema de investigación).
2. Create a hypothesis (diseñar una suposición o hipótesis preliminar)
3. Design an experiment
4. Conduct the experiment
5. Collect data (obtener datos empíricos, y teóricos que permitan contribuir a la descripción y explicación del problema de investigación).
6. Graph data
- 7.- Draw conclusions (obtener conclusiones a partir de datos)

8.- Informe de la investigación.

Here are the basic elements of a science research paper:

- **Title Page**
- **Table of Contents**
- **Abstract:** The Abstract is a short summary of the project and includes the key highlights of your experiment: purpose, procedure, and conclusions. Following are some tips on writing your abstract from the California State Science Fair :

Objectives: State the purpose or hypothesis upon which the project is based.

Materials and Procedures: Indicate the materials and procedures used in your project. Briefly describe your experiment or engineering methods.

Results: Summarize the results of your experiment and indicate how they pertain to your purpose or hypothesis.

Conclusions/Discussion: Indicate if your results supported your hypothesis or enabled you to attain your objective. Discuss briefly how information from this project expands our knowledge about the category subject. If you did an engineering or programming project, state whether you met your design criteria.

- **Question and Hypothesis:** The question that you are trying to answer with your experiment. Be sure to clearly state your hypothesis at the end.
- **Review of Literature:** Background information that reflects the knowledge you have acquired, through your research, on the topic your of your experiment. You should be providing the reader with useful background information for your project.
- **Materials and Procedure (Research Plan):** This is essentially your research plan. You should be certain to include a list of all materials that were used in your experiment and how they were used. It is best to present your procedure in steps and to include as much detail as possible about measurements and techniques in each step.
- **Results:** A precise recap of what you found out in your experiment, focusing on your observations and data, leaving all interpretation for the Conclusion section.
- **Conclusion:** A summary of your interpretation of the data and results of the experiment. You should restate the hypothesis and whether you found the hypothesis to be true or false. You should also comment on how the results of the experiment satisfied your original purpose.
- **Acknowledgments:** This is your opportunity to thank anyone who helped you with your project, from a single individual to a company or government agency.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

- **Reference List / Bibliography**
- **Table and Figures:** Include tables, charts, and photographs that further help explain your experiment and results.

TODO **PROYECTO DE INVESTIGACION** DEBERA CONTAR CON:

INTRODUCCION

RESUMEN O ABSTRACT

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- 1.1. ANTECEDENTES
- 1.2. DELIMITACION DEL PROBLEMA
- 1.3. JUSTICACION
- 1.4. OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECIFICOS.
- 1.5. DISEÑO Y CONTRUCCION DE HIPOTESIS (PRELIMINAR. TRABAJO, DESCRIPTIVA, ANALOGICA, NULA, ETC.)

CAPITULO II

MARCO TEORICO

CAPITULO III

- ❖ ENFOQUE EPISTEMOLOGICO O ESCUELA DE ALGUNA CORRIENTE FILOSOFICA (METODO CUALITATIVO O CUANTITATIVO).
- ❖ METODOLOGIA
- ❖ TECNICAS DE INVESTIGACION (PARA LA RECOLECCION DE LA INFORMACION EMPIRICA; CUESTIONARIOS, ENTREVISTAS, ETC.)
- ❖ CRONOGRAMA

- ❖ BIBLIOGRAFIA
- ❖ GLOSARIO DE TERMINOS
- ❖ ANEXOS

¿Cómo seleccionar un Tema o tópico de Investigación?

¿Cuál es el Problema que desea Resolver o Solucionar?

¿Cuáles son los elementos que forman parte del Problema?

Los objetivos se formulan, para establecer y definir, lo que se pretende alcanzar o conseguir. Dentro de ellos se contarán **un Objetivo General y objetivos Específicos**.

¿El investigador deberá de definir y precisar, cual es la meta o el fin del proyecto de investigación?

- ❖ **Describir** con precisión la naturaleza y características del fenómeno o hecho.
- ❖ **Identificar y determinar** el periodo de retorno o frecuencia con que ocurre o se presenta el fenómeno estudiado.
- ❖ **Comprobar** la Hipótesis en función de los Datos Empíricos y teóricos, asimismo identificar la relación causal entre las variables.
- ❖ **Presentar** los Juicios o proposiciones que sirven como argumentos y justificación del problema.

Por ejemplo:

A continuación se presenta el siguiente objeto de estudio sobre **la neurosis en las mujeres de 20 a 30 años** quienes se encuentran

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

laborando como profesoras de educación primaria en la Ciudad X, y en el grado de segundo año grupo A y B respectivamente.

Las preguntas a las que tendría que dar respuesta la presente investigación serían las siguientes:

¿Cómo se desarrolla la Neurosis en las profesoras?

¿Qué tipos o clases de Neurosis se identifican en las profesoras?

¿Cuál es la Causa o factor (s) que producen la Neurosis?

¿Quiénes están propensos o pueden ser afectados por este Fenómeno o problema?

¿Cómo se puede evitar y ayudar a las personas que se encuentran afectados con este problema?

¿Qué niveles de neurosis existen en las profesoras?

¿Qué métodos psicológicos existen para el tratamiento de la neurosis?

¿Qué condiciones se requiere en las profesoras para que se genere la Neurosis?

BIBLIOGRAFIA

Bibliografía

1. Azuela Arturo, Labastida Jaime y Hugo Padilla. Educación por la Ciencia, Mexico, Grijalbo, 1980.
2. Baena Paz, Guillermina. Metodología de la Investigación, Sexta Reimpresión, México, Publicaciones Cultural, 2004.
3. Briones Guillermo. Métodos y Técnicas de investigación para las Ciencias Sociales, Cuarta Edición, Mexico, Trillas, 2003.
4. Bunge Mario. La investigación Científica, Mexico, Ariel, 1983.
5. Cortes del Moral Rodolfo. El Método Dialéctico, Mexico, Edicol, 1977.
6. Compilación. Metodología de la Investigación Histórica, Cuadernos de Marxismo de Cuba, Mexico, Quinto Sol, sin año.
7. D. Soria Teodoro. Psicología, Mexico, Esfinge, 1978.
8. De Gortari Eli. Lógica General, Vigésima Sexta Edición, México, Grijalbo, 1990.
9. De la Mora Ledesma J. Guadalupe. Esencia de la Filosofía de la Educación, Tercera Edición, Mexico, Progreso, 1981.
10. Descartes Rene. Discurso del Método, Mexico, Época, 2006.
11. Durkheim Emile. Las Reglas del Método Sociológico, Cuarta Edición, Mexico, Ediciones Quinto Sol, 1995.
12. Enciclopedia. La Salud y la Mente Tomo I, Tercera Edición, España, Plaza Janés, 2004.
13. G. Morris Charles. Psicología (un Nuevo enfoque), Séptima Edición, Mexico, Prentice Hall, 1992.
14. Gaarder Jostein. El Mundo de Sofía, Décima Tercera Edición, Mexico, Patria/Siruela, 2004.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia
(USA) 1999.

15. Goleman Daniel. Inteligencia Emocional, México, Javier Vergara, 1995.
16. Gómez Jara Francisco y Nicolás Pérez R. El Diseño de la Investigación Social, Segunda Edición, México, 1987.
17. Gutiérrez Sáez Raúl. Introducción a la Antropología Filosófica, México, Esfinge, 1998.
18. Gutiérrez Sáenz Raúl. Introducción a la Filosofía, México, Esfinge, 1998.
19. Hernández Gerardo y L. Mauricio Rodríguez. Filosofía de la Experiencia y Ciencia Experimental, México, Fondo de Cultura Económica, 2003.
20. Hernández Sampieri Roberto y Carlos Fernández. Metodología de la Investigación, Tercera Edición, México, McGraw-Hill, 2004.
21. Hume David. Tratado de la Naturaleza Humana (Ensayo para Introducir el Método del Razonamiento Humano en los Asuntos Morales), México, Porrúa, 1977.
22. Kaufmann Harry. Introducción al Estudio del Comportamiento Humano, Mexico, El Manual Moderno, 1975.
23. Kursanov G. Materialismo Dialéctico, Argentina, Estudio, 1973.
24. Labastida Jaime. Producción, Ciencia y Sociedad: de Descartes a Marx, Novena Edición, México, Siglo Veintiuno, 1980,
25. L. Meran Alberto. Psicología y Alineación, México, Grijalbo, 1973.
26. Lewis John. Ciencia, Fe y Escepticismo, México, Grijalbo, 1969.
27. López Cano J. Luis. Métodos e Hipótesis Científicos, Séptima Reimpresión, México, Trillas, 2001.

- Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.
28. López L. Ana y Pick Susan. Cómo investigar en Ciencias Sociales, Segunda Reimpresión, México, Trillas 1992.
29. Mackay Ken. Psicología Básica, México, Publicaciones Cultural, 1978.
30. Maffesoli Michel. El Conocimiento Ordinario, México, Fondo de Cultura Económica, 2005.
31. Manuel Kant. Fundamentación de la Metafísica de las Costumbres y la Crítica de la Razón Práctica, La Paz Perpetua., México, Porrúa, 1972.
32. Mercado H. Salvador. ¿Cómo hacer una Tesis?, México, Limusa, México, 2004.
33. Murcia Peña Napoleón y L. Guillermo Jaramillo. La investigación Cualitativa, Segunda Reimpresión, Colombia, Kinesis, 2003.
34. Ortiz Frida y M. del Pilar García. Metodología de la Investigación, México, Limusa Noriega, 2005.
35. Pecorelli Rosanna. Elementos Básicos de la Psicología, Tercera Edición, México, Trillas, 1997.
36. Pérez Ransanz A. Rosa. Kuhn y el Cambio Científico, México, Fondo de Cultura Económica, 1999.
37. Prenant M. y H. Wallon. Ciencias Humanas Y Dialéctica, México, Grijalbo, 1969.
38. Rodríguez José. Sócrates, México, Mexicanos Unidos, 2005.
39. Rojas Soriano Raúl. El Proceso del la Investigación Científica, Séptima reimpresión, México, Trillas, 2004.

Historia de la ciencia y el método científico ** Ramón Ruiz Limón**, Atlanta, Georgia (USA) 1999.

40. Rosental M. Que es el Método Materialista Dialéctico, México, Quinto Sol, 1980.
41. Tena Suck Antonio y Rodolfo Rivas-Torres. Manual de Investigación Documental, México, Plaza y Valdés, 1995.
42. Von Bertalanffy Ludwig. Teoría General de los Sistemas, Decimosexta Reimpresión, México, Fondo de Cultura Económica (FCE), 2004.
43. W. F. Brown D. Activemos las Mentes (Introducción a la Pedagogía Moderna), México, Limusa, 1975.
44. Yuren Camarena M. Teresa. Leyes, Teorías y Modelos, Quinta Reimpresión, México, Trillas, 1984.
45. Zepeda Herrera Fernando. Introducción a la Psicología, Segunda Reimpresión, México, Longman de México (Alambra Mexicana), 1996.

RAMON RUIZ LIMON

eulerruiz@gmail.com

www.euler.kupass.com

Atlanta, Georgia (United Status of America), December 4th, 1999.