

{ {Problemas artículo|discutido|referencias adicionales|t=20120307|avisado} }

[[Archivo:Sebastiano Conca (atribuição) - Alegoria da Ciência.JPG|300px|thumb|"Alegoría de la Ciencia". Óleo sobre tela de [[Sebastiano Conca]].]]

La "ciencia" (del [[latín]] "scientia" ‘[[conocimiento]]’) es el conjunto de conocimientos estructurados sistemáticamente. La ciencia es el conocimiento obtenido mediante la observación de patrones regulares, de [[razonamiento]]s y de [[experimentación]] en ámbitos específicos, a partir de los cuales se generan preguntas, se construyen [[hipótesis (método científico)|hipótesis]], se deducen [[principio]]s y se elaboran [[ley]]es generales y [[sistema]]s organizados por medio de un [[método científico]].<ref>Tomado, con añadidos, de la definición de "ciencia" del [[Diccionario de la lengua española de la Real Academia Española|"Diccionario de la Real Academia Española"]].</ref>

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

== Unidad del saber científico: clasificación de las ciencias ==

[[Archivo:Aristoteles Louvre.jpg|thumb|"[[Aristóteles]]". [[Museo del Louvre]].]]

Con anterioridad a la [[Edad Moderna]] se puede hablar de una clasificación de los distintos modos o categorías del [[conocimiento|conocer]] en tanto que conocimiento humano racional, bajo las notas de universalidad y necesidad,<ref>[[Aristóteles]], Anal. post. A, 2</ref> superando los límites del conocimiento por la experiencia. Hasta el Renacimiento todo el saber que no fuera técnico o artístico se situaba en el ámbito de la [[filosofía]]. El conocimiento de la naturaleza era sobre la [[Universal (metafísica)|totalidad]]: una ciencia universal. [[Aristóteles]] usó los términos "episteme" y "philosophia" para clasificar las ciencias («ciencias en Aristóteles»); pero con un significado y contenido muy diferente al de «ciencia» en la Modernidad.<ref name="Perelló">Javier Gimeno Perelló. «De las clasificaciones ilustradas al paradigma de la transdisciplinariedad». "El catoblepas". n.º 116. Id = ISSN 1579-3974</ref> Las primeras clasificaciones se remontan a Aristóteles,<ref>Met. 980a-98b; Eth. Nic.Z, 3-8; Pol. A, 11</ref> que considera tres categorías del saber:

* "Teoría", que busca la verdad de las [[idea]]s, como [[forma (figura)|formas]] y como [[sustancia (Aristóteles)|sustancias]]. Este saber está constituido por las ciencias cuyo conocimiento está basado en el saber por el saber: [[Matemática]]s, [[Física]] y [[Teología]].

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

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

La clasificación aristotélica sirvió de fundamento para todas las clasificaciones que se hicieron en la Edad Media<ref group=a>Véase [[trivium]] y [[quadrivium]]</ref> hasta el Renacimiento, cuando las grandes transformaciones promovidas por los grandes adelantos técnicos<ref group=a>La pólvora, la brújula, las técnicas de navegación y los descubrimientos geográficos, el nuevo arte de la guerra, la contabilidad en los negocios, las sociedades por acciones, etc.</ref> plantearon la necesidad de nuevas

ciencias y sobre todo nuevos métodos de investigación que culminarán en la ciencia moderna del siglo XVII. Es entonces cuando aparece un concepto moderno de clasificación que supone la definitiva separación entre ciencia y filosofía.

En la Edad Moderna [[Tommaso Campanella]], [[Comenio]], [[Francis Bacon|Bacon]], [[Thomas Hobbes|Hobbes]] y [[John Locke]] propusieron diferentes clasificaciones.<ref name="Perelló"/> El "[[Systema Naturae]]" (1735) de [[Linneo]], estableció los criterios de clasificación que más influencia han tenido en el complejo sistema clasificatorio de las [[ciencias naturales]].<ref name="Perelló"/> [[André-Marie Ampère]] confeccionó una tabla con quinientas doce ciencias.<ref name="Larousse">Gran Enciclopedia Larousse</ref>

En la Ilustración, [[Jean le Rond d'Alembert|D'Alembert]] escribió: { {Cita|«No hay sabios que gustosamente no colocaran la ciencia de la que se ocupan en el centro de todas las ciencias, casi en la misma forma que los hombres primitivos se colocaban en el centro del mundo, persuadidos de que el universo había sido creado por ellos. Las profesiones de muchos de estos sabios, examinándose filosóficamente, encontrarían, posiblemente, incluso, además del amor propio, causas de peso suficiente para su justificación»|Discours préliminaire de l'Encyclopedie, París 1929, pág. 61} }

=== Interdisciplinarietà ===

El desarrollo histórico y los caminos tomados por el saber científico han hecho que viejas clasificaciones de las ciencias hayan quedado ampliamente desfasadas, y con el tiempo las relaciones entre las ciencias y sus ámbitos de estudio se han modificado; es posible que todas las clasificaciones de las ciencias tengan fecha de caducidad. A partir del siglo XIX y con el importante crecimiento experimentado por el conocimiento científico surgieron numerosas disciplinas científicas nuevas con yuxtaposiciones de parcelas establecidas por ciencias anteriores:

- * De las teorías del calor y sus relaciones con la mecánica: "[[Termodinámica]]".
- * De las relaciones de la electricidad y la química: "[[Electroquímica]]".
- * De la relación de la termodinámica y la electroquímica, la íntima imbricación de la física y la química: "[[Fisicoquímica]]".
- * De las relaciones de la química y la biología, surgirá la "[[Bioquímica]]".

De esta forma las ciencias suelen llevar nombres compuestos de ciencias anteriores, a veces situadas en campos completamente dispares:

- * [[Biogeoquímica]], [[Sociolingüística]], [[Biotecnología]], [[Bioética]], etc. Los campos en los que se ejercen se multiplican exponencialmente, unidos ya a la [[tecnología]] que se incorpora como un medio importante, si no fundamental, en el propio [[método científico]] y en el campo de la investigación concreta: Nanotecnología; Medicina aeronáutica; Biomecánica; Ingeniería de los residuos, etc.

En definitiva las ciencias se constituyen tanto por fragmentación como por [[interdisciplinarietà]]. En el siglo XIX [[Auguste Comte]] hizo una clasificación mejorada después por Antoine-Augustin Cournot en 1852 y por [[Pierre Naville]] en 1920.<ref name="Larousse"/> Los nuevos lenguajes no jerárquicos de estructura asociativa, y manejados por la informática reflejan la situación actual de división de las ciencias y sus conexiones metodológicas y de contenidos, aun a pesar de la enorme especialización que se experimenta continuamente tanto en la investigación como en los centros de enseñanza.

{{Cita|La sistematización científica requiere el conocimiento de diversas conexiones, mediante leyes o principios teóricos, entre diferentes aspectos del mundo empírico que se caracterizan mediante conceptos científicos. Así los conceptos de la ciencia son nudos en una red de interrelaciones sistemáticas en la que las leyes y los principios teoréticos constituyen los hilos... Cuantos más hilos converjan o partan de un nudo conceptual, tanto más importante será su papel sistematizado o su alcance sistemático|[[Carl Hempel]], Philosophy of natural science, Prentice-Hall, 1966. Cit. por Javier Gimeno Perelló, op.cit.}}

=== Clasificaciones fundamentales ===

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

```
{| class="wikitable" border="1" align="center"
```

```
|-
```

```
| align="center" colspan="2" style="background:#f9f9f9;" | Esquema de clasificación planteado por el [[epistemología|epistemólogo]] [[Alemania|alemán]] [[Rudolf Carnap]] (1955):
```

```
|-
```

```
| ""[[Ciencias formales]]"" || Estudian las formas [[verdad lógica|válidas]] de [[inferencia]]: [[lógica]] - [[matemática]]. No tienen contenido concreto; es un contenido [[lenguaje formal|formal]], en contraposición al resto de las ciencias fácticas o [[empirismo|empíricas]].
```

```
|-
```

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

```
|-
```

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

```
|}
```

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

[[Mario Bunge]] (1972) considera el criterio de clasificación de la ciencia en función del enfoque que se da al conocimiento científico: por un lado, el estudio de los procesos naturales o sociales (el estudio de los hechos) y, por el otro, el estudio de procesos puramente lógicos (el estudio de las formas generales del pensar humano racional); es decir, postuló la existencia de una "ciencia factual" (o "[[ciencias fácticas|ciencia fáctica]]") y una "ciencia formal".

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

[[evidencia científica]] empírica.<ref>[[Ilya Prigogine]] e Isabelle Stengers. La nueva alianza: metamorfosis de la ciencia op. cit.</ref>

* La "[[ciencia experimental]]" se ocupa del estudio del [[mundo]] natural. Por mundo natural se ha de entender todo lo que pueda ser supuesto, detectado o medido a partir de la [[experiencia]]. En su trabajo de investigación, los científicos se ajustan a un cierto método, un [[método científico]] general y un método específico al campo concreto y a los medios de investigación.

* La llamada «ciencia aplicada» consiste en la aplicación del conocimiento científico teórico (la llamada ciencia «básica» o «teórica») a las necesidades humanas y al desarrollo [[tecnología|tecnológico]]. Es por eso que es muy común encontrar, como término, la expresión «ciencia y tecnología».

* Las "[[ciencias formales]]", en cambio, crean su propio objeto de estudio; su método de trabajo es puro juego de la [[lógica]], en cuanto formas del pensar racional humano, en sus variantes: la [[lógica]] y las [[matemáticas]]. En la tabla que sigue se establecen algunos criterios para su distinción:<ref>Alberto Cha Larrieu. Elementos de epistemología.(2002). Ed. Trilce.

Montevideo</ref>

```
{| border="0" style="background:#ffffff" class="wikitable"
```

```
|+ align="center" style="background:DarkSlateBlue; color:white"|"Caracterización de las ciencias según el esquema de Bunge"
```

```
| - align="center"
```

```
| || "FORMALES" || "FÁCTICAS"
```

```
| -
```

```
|"OBJETO DE ESTUDIO" || - Estudian entes [[lenguaje formal|formales]], ideales o conceptuales<br />- Dichos entes son postulados hipotéticamente (construidos, propuestos, presupuestos o definidos) por los científicos que los estudian.<br /> || - Estudia el mundo de los hechos (Desde las galaxias a las partículas subatómicas).<br /> - Tales hechos se asumen que tienen existencia con independencia de los científicos y de las comunidades que los estudian, aunque puedan tener interacciones con ellos.
```

```
| -
```

```
|"MODO DE VALIDACIÓN" || - Parten de axiomas o postulados y a partir de ellos demuestran teoremas<br />- Los axiomas son relativos al contexto en el cual se opera.<ref group=a >Los axiomas de un sistema pueden ser teoremas de otro sistema y no tienen carácter de «verdad evidente» como suponía la lógica clásica</ref><br />- No requieren de cotejo empírico o experimentación.<br /> - Sus conclusiones adquieren grado de [[certeza]] || - Se trabaja a partir de las consecuencias observacionales que se derivan de las conjeturas o hipótesis propuestas.<br />- Juzgan sobre su adecuación al trozo de realidad que pretenden [[descripción|describir]] o [[explicación|explicar]].<br />- El resultado favorable es provisional sujeto a corrección y revisión.
```

```
| -
```

```
|"OBJETIVO QUE PERSIGUE" || - Buscan la coherencia interna.<br />- Busca la verdad lógica y [[necesario|necesaria]]. || - Procura [[descripción|describir]] y [[explicación|explicar]] hechos y [[realidad]]es ajenas a ellas mismas.<br />- Persiguen la verdad material o [[contingente]].
```

```
| }
```

El [[Premio Nobel de Química]], [[Ilya Prigogine]], propone superar la dicotomía entre la cultura de las [[ciencias humanísticas]] por un lado y el de las [[ciencias exactas]] por el otro porque el ideal de la ciencia es el de un esquema universal e intemporal, mientras que las ciencias humanas se basan en un esquema histórico ligado al concepto de situaciones nuevas que se superponen.<ref>{ {cita libro

| título = El fin de las certidumbres

| autor = Ilya Prigogine

| edición =

| editorial = Andrés Bello
 | ubicación =
 | año = 1996
 | isbn = 9789561314306
 | url = <http://books.google.com/books?id=faAD-LhZwRQC>
 }}
 </ref><ref>{{cita libro
 | título = [http://books.google.com.ar/books?id=H2JitQAACAAJ&dq=El+nacimiento+del+tiempo&source=bl&ots=Q_MlaD_gON&sig=_ebTVy-DFJFLwe4GOwBIQylMb0E&hl=es&sa=X&ei=i80dUJ7hJ_K50AHm1YGIDQ&ved=0CC0Q6AEwA El nacimiento del tiempo]
 | autor = Ilya Prigogine
 | edición =
 | editorial = Buenos Aires, Fábula Tusquets editores
 | ubicación =
 | año = 2011
 | isbn =978-987-670-087-0
 | url = }}</ref>

== Construcción de la ciencia ==

La ciencia es un elemento fundamental en la construcción de la civilización humana tomada en su conjunto. Las teorías científicas, al fin y al cabo, responden a las necesidades de los hombres y su evolución responde a la evolución que el hombre ha seguido en su concepción del mundo y la valoración de los hechos de la vida.<ref>{{cita|La aritmética no es, como tampoco, la geometría, una promoción natural de una razón inmutable. La Aritmética no está fundada en la razón. Es la doctrina de la razón la que está fundada en la aritmética elemental. Antes de saber contar apenas sabíamos qué era la razón. En general, el espíritu debe plegarse a las condiciones del saber.|Bachelard. "Filosofía del No"}}</ref>

A lo largo de los siglos la ciencia viene a constituirse por la acción e interacción de tres grupos de personas:<ref name="oxford">Paul K. Feyerabend. Enciclopedia Oxford de Filosofía p. 166 y ss.</ref> [[Archivo:Taxonomy Linné & Diderot.jpg|thumb|Unidad del edificio científico según Linneo y Diderot]]

* Los [[artesanía|artesanos]], constructores, los que abrían caminos, los navegantes, los comerciantes, etc. resolvían perfectamente las necesidades sociales según una acumulación de conocimientos cuya [[validez (epistemología)|validez]] se mostraba en el conocimiento y aplicación de unas reglas [[técnica]]s precisas fruto de la generalización de la [[experiencia]] sobre un contenido concreto.<ref>{{cita|Soy completamente consciente de que hay gente presuntuosa que cree tener razón en desacreditarme por no ser un hombre culto ¡Qué locos! [...] No saben que mis materiales tienen más valor porque derivan de la experiencia antes que de las palabras de otros, y la experiencia es la maestra de quienes han escrito con acierto.|Leonardo da Vinci, Códice Atlántico, folio 327v.}}</ref><ref>[[Fritjof Capra]]. La ciencia de Leonardo. Anagrama. Barcelona, 2008</ref><ref group=a >Leonardo de Vinci es un verdadero genio iniciador del método y la ciencia moderna. Si tradicionalmente este honor se atribuye a Galileo Galilei ha sido por el desconocimiento y mala ordenación de los manuscritos de Leonardo hasta ahora descuidados y perdidos en muchos casos. Por otro lado Leonardo no publicó sus escritos y ha sido necesaria una reciente e intensa labor de estudio paleográfico para publicarlos correctamente.</ref>

* Los filósofos, llevados por los [[argumento]]s demostrativos mostraban unos razonamientos que

{{cita|"extendían el dominio de las verdades demostrables y las separaba de la intuición|/... La uniformidad del Ser sobrevivió en la idea de que las leyes básicas han de ser independientes del espacio, del tiempo y de las circunstancias".|<ref name="oxford"/>}}

:[[Platón]] postuló que las leyes del universo tenían que ser simples y atemporales. Las regularidades observadas no revelaban las leyes básicas, pues dependían de la materia, que es un agente de cambio. Los datos astronómicos no podrían durar siempre. Para hallar los principios de ellos hay que llegar a los modelos matemáticos y «abandonar los fenómenos de los cielos».<ref>Platón, Leyes, 892b2; República, 530a8 y ss.; 530b7 ss. Citados en Enciclopedia Oxford de Filosofía p.167</ref>

:[[Aristóteles]] valoró la experiencia y la elaboración de conceptos a partir de ella mediante observaciones;<ref>Met. 980a; De anima 418a4 ss.</ref> pero la construcción de la ciencia consiste en partir de los conceptos para llegar a los principios [[necesario]]s del [[ente]] en general.<ref>Met. 980a-982b; Analytica posteriora 99b35</ref> Fue un hábil observador de «cualidades» a partir de las cuales elaboraba conceptos y definiciones: pero no ofreció ninguna teoría explícita sobre la investigación. Su ciencia por eso ha sido considerada «cualitativa» en cuanto a la descripción pero platónica en cuanto a su fundamentación de leyes necesarias. Para Aristóteles el valor de la experiencia se orienta hacia teorías basadas en explicaciones «cualitativas», y a la búsqueda de principios (causas) cada vez más generales a la búsqueda del principio supremo del que se «deducen» todos los demás. Es por eso que el argumento definitivo está basado en la [[deducción]] y el [[silogismo]].<ref>Aristóteles:Metafísica, 982,b.11-32; 983b y ss.; 992a 25 y ss.; Γ, 1003b; Anal. post. A, 2</ref>

:Esta ciencia (o filosofía?), ciencia deductiva a partir de los principios,<ref group=a>Siempre y cuando estos [[principios]] o [[axioma]]s considerados [[evidencia (filosofía)|evidentes]] no se pongan en cuestión</ref> es eficaz como exposición teórica del conocimiento considerado [[validez (epistemología)|válido]], pero es poco apta para el descubrimiento.<ref name="oxford"/>
[[Archivo:Da Vinci Vitruve Luc Viatour.jpg|thumb|[[Leonardo da Vinci]]: El hombre es el centro en la cultura humanista del Renacimiento]]
[[Archivo:Tychonian system.svg|thumb|El sistema solar de Tycho Brahe. El sol y la luna giran alrededor de la tierra, pero los planetas giran alrededor del sol]]

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

:Su formación como grupo y eficacia viene marcada a partir de la Baja Edad Media, por una fuerte reacción antiaristotélica<ref group=a>Sobre todo en la recuperación del valor de lo [[individuo|individual]], el valor cognitivo de la [[experiencia]] y el rechazo al [[problema de los universales]]</ref> y, en el Renacimiento, por un fuerte rechazo al [[argumento de autoridad]] y a la valoración de lo [[humanismo|humano]] con independencia de lo religioso. Son fundamentales en este proceso, los [[nominalismo|nominalistas]], [[Guillermo de Ockham]] y la [[Universidad de Oxford]] en el siglo XIV; en el [[Renacimiento]] [[Nicolás de Cusa]], [[Luis Vives]], [[Erasmus]], [[Leonardo da Vinci]] etc.; los matemáticos renacentistas, [[Tartaglia]], [[Simon Stevin|Stevin]], [[Cardano]] o [[François Viète|Vieta]] y, finalmente, [[Copérnico]] y [[Tycho Brahe]] en astronomía.<ref group=a>Aunque su teoría sitúa al sol girando alrededor de la tierra junto con la luna, estableció la órbita de los planetas alrededor del sol, y por la exactitud en sus medidas y observaciones hizo posible la concepción de las [[leyes de Kepler]]</ref> Ya en el XVII [[Francis Bacon]], y [[Galileo]] promotores de la preocupación por nuevos métodos y formas de estudio de la Naturaleza y valoración de la ciencia,

entendida ésta como "dominio de la naturaleza"<ref>Ya que {{cita|"los axiomas rectamente descubiertos y establecidos proporcionan usos prácticos, no limitadamente, sino en multitud, y traen tras de sí bandas y tropas de efectos"|Bacon, citado en "Historia de la ciencia", op. cit. tomo II}} y permiten el dominio de la naturaleza, "obedeciéndola".</ref> y "comprendiéndola mediante el lenguaje matemático".<ref>{{cita|La filosofía está escrita en este gran libro continuamente abierto ante nuestros ojos, me refiero al universo, pero no se puede comprender si antes no se ha aprendido su lenguaje y nos hemos familiarizado con los caracteres en los que está escrito. Está escrito en lenguaje matemático, y los caracteres son triángulos, círculos y demás figuras geométricas, sin los cuales es humanamente imposible entender ni una sola palabra; sin ellos se da vueltas en vano por un oscuro laberinto.|Galileo. Il saggiatore.}}</ref>

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

[[Archivo:Classical Kepler orbit 80frames e0.6 tilted smaller.gif|thumb|La órbita clásica de Kepler. La órbita es elíptica. El movimiento de la tierra no es uniforme. El cielo clásico circular y de movimientos uniformes, perfecto, es definitivamente superado con las [[leyes de Kepler]].]]

:En un punto fue necesaria la confrontación de dos sistemas ([[Descartes]]-[[Isaac Newton|Newton]]) contemporáneos en la concepción del mundo natural:<ref>Historia de la Ciencia (4 tomos), tomo I, p.11 y ss.</ref>

:* [[Descartes]], "Principia philosophiae" ([[1644]]), a pesar de su indudable modernidad, mantiene la herencia de la filosofía anterior anclada en las formas divinas propone un método basado en la deducción a partir de unos principios, las ideas innatas, formas esenciales y divinas como «principios del pensar».<ref>{{Cita|Descartes estaba inequívocamente convencido de que si pudiera llegar al extremo de establecer la existencia de Dios, «en quien se esconde toda la sabiduría de la ciencia», podría luego proceder al establecimiento de una ciencia física sistemática que cubriera «la totalidad de esa naturaleza corpórea que es el tema de estudio de la matemática pura». (Meditación Quinta)|Enciclopedia Oxford de Filosofía, op. cit. p.256}}</ref> El [[mundo]] es un «[[mecanicismo|mecanismo]]» [[determinismo|determinista]] regido por unas leyes determinadas que se pueden conocer como ciencia mediante un riguroso método de [[cálculo|análisis]] a partir de intuiciones [[evidencia (filosofía)|evidentes]]. Es la consagración definitiva de la nueva ciencia, el triunfo del antiaristotelismo medieval, la imagen heliocéntrica del mundo, la superación de la división del universo en mundo sublunar y supralunar en un único universo mecánico.

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

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

=== Método hipotético-deductivo ===

{{AP|Lógica empírica}}

Una de las grandes aportaciones de [[Galileo Galilei]]<ref group=a>En [[Lógica empírica]] se expone sucintamente la forma del método seguido por Galileo en su estudio sobre "el movimiento de caída

libre de los cuerpos" a la ciencia consistió en combinar la lógicamente la observación de los fenómenos con dos métodos desarrollados en otras ramas del conocimiento formal: la [[hipótesis (método científico)|hipótesis]] y la [[medición|medida]].<ref>{{Cita|DEFINICIÓN.- Por movimiento igual o uniforme entiendo aquel en el que los espacios recorridos por un móvil en tiempos iguales, cualesquiera que éstos sean (quibuscumque), son iguales entre sí. ADVERTENCIA.- Nos ha parecido oportuno añadir a la vieja definición (que habla simplemente del movimiento igual en cuanto que en tiempos iguales recorren espacios iguales) la expresión "cualquiera", es decir, para todos los tiempos que sean iguales. En efecto, puede suceder que un móvil recorra espacios iguales en determinados tiempos iguales, mientras que distancias recorridas en fracciones de tiempo más pequeñas puedan no ser iguales, aunque lo sean dichos intervalos más pequeños. De la definición que acabamos de dar se siguen cuatro axiomas; a saber: AXIOMA I.- En el caso de uno y el mismo movimiento uniforme, el espacio recorrido en un tiempo mayor es mayor que el espacio recorrido durante un intervalo de tiempo menor. AXIOMA II.- En el caso de uno y el mismo movimiento uniforme, el tiempo durante el cual se recorre un espacio mayor es también mayor que el tiempo empleado para recorrer un espacio menor. AXIOMA III.- El espacio recorrido en un tiempo dado a mayor velocidad, es mayor que el espacio recorrido, en el mismo tiempo, a menor velocidad. AXIOMA IV.- La velocidad con la que se recorre en un tiempo dado un espacio mayor, es mayor, a su vez, que aquella con la que se recorre, en el mismo tiempo, un espacio menor.}}</ref> Supone el origen del [[método experimental]] que él llamó "resolutivo-compositivo", y ha sido muchas veces considerado con el nombre de "hipotético-deductivo" como prototipo del [[método científico]] e independiente del [[método empírico-analítico]]. Según [[Ludovico Geymonat]] la lógica empírica se caracteriza por tres métodos estructurados en un todo:

- * Buscar una [[hipótesis (método científico)|hipótesis]] como explicación [[teoría|teórica]].
- * Buscar una [[unidad de medida]] para medir el fenómeno.
- * Buscar un [[experimento]], es decir, una observación condicionada preparada para medir y corroborar la [[hipótesis (método científico)|hipótesis]].

=== Inductivismo ===

{{AP|Inductivismo}}

[[Archivo:Francis Bacon.jpg|thumb|left|200px|[[Francis Bacon|Sir Francis Bacon]], uno de los promotores del [[inductivismo]] como [[método científico]]]]

[[Archivo:Empirical Cycle-es.svg|thumb|Círculo empírico]]

El inductivismo considera el conocimiento científico como algo objetivo, medible y demostrable, a partir solamente de procesos de experimentación observables en la naturaleza a través de nuestros sentidos. Por lo tanto, los inductivistas están preocupados por la base [[empirismo|empírica]] del conocimiento.<ref name="Cha76">{{cita libro |nombre=Alan F. |apellidos=Chalmers |título=¿Qué es esa cosa llamada ciencia? |capítulo=Capítulo 1. El inductivismo: la ciencia como conocimiento derivado de los hechos de la experiencia |editorial=Siglo Veintiuno |edición=5ª |año=1976 |páginas=26 |url=http://www.franciscohuertas.com.ar/wp-content/uploads/2011/04/IT_Chalmers_1.pdf |fechaacceso=6 de abril ed 2013}}</ref>

Esta filosofía de la ciencia comienza a gestarse durante la [[revolución científica]] del siglo XVII, y se consolida definitivamente como [[paradigma]] del método científico por la fundamental obra de [[Isaac Newton]]. [[Francis Bacon]] insistió en que para comprender la naturaleza se debía estudiar la naturaleza misma, y no los antiguos escritos de [[Aristóteles]]. Así, los inductivistas comenzaron a renegar de la actitud [[Edad Media|medieval]] que basaba ciegamente sus conocimientos en libros de los [[Filosofía griega|filósofos griegos]] y en la [[Biblia]].<ref name="Cha76"/>

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

<br style="clear:both;" />

=== Crisis de la ciencia moderna ===

{{AP|Distinción analítico-sintético|Problema de la inducción}}

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

* El [[racionalismo]] que fundamenta el método hipotético-deductivo: la ley científica se justifica en una deducción teórica a partir de una [[hipótesis (método científico)|hipótesis]] o [[teoría]]s científicas.

* El [[empirismo]] que fundamenta el método inductivo: la ley científica se justifica en la mera observación de los hechos.

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

{|class=wikitable

|- align="center"

! VERDAD || CONDICIÓN || ORIGEN|| JUICIO ||EJEMPLO

|- align="CENTER"

|Verdad de hecho || Contingente y particular || A posteriori; depende de la experiencia || Sintético: amplía el conocimiento. El predicado no está contenido en la [[noción]] del sujeto || Tengo un libro entre las manos.
 Está saliendo el sol.

|- align="center"

|Verdad de razón || Necesaria y universal || A priori; no depende de la experiencia || Analítico: el predicado se encuentra en la [[noción]] del sujeto. No se amplía el conocimiento || Todos los A son B → "Si" "algo" (x) es A "entonces" ese algo (x) es B
 Si $a \cdot a = a^2$ entonces $\sqrt{a^2} = a$

|- align="center"

|Verdad científica || Universal y necesaria || A priori; no depende de la experiencia, pero únicamente se aplica a la experiencia || Sintético a priori: amplía el conocimiento. Solo aplicable a los fenómenos || Si "a" y "b" son cuerpos → "a" y "b" experimentan entre sí una fuerza...
 Los cuerpos se atraen en razón directa de sus masas y en razón inversa al cuadrado de sus distancias.

|}

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

Los matemáticos se dividieron en [[intuicionismo|intuicionistas]] y [[logicismo|logicistas]].

Los intuicionistas consideran la matemática un producto humano y que la existencia de un objeto es equivalente a la posibilidad de su construcción, por lo que no admitían el [[axioma]] del [[principio del tercero excluido|tercio excluso]].<ref>Véase una breve exposición del problema en Padilla Gálvez, J. op. cit. p. 63</ref> El [[argumento]] $A \vee \neg A$; $\neg \neg A \vdash A$ no puede ser tomado como lógica y formalmente válido sin restricción. Todo objeto lógico ha de poder ser previamente construido, lo que plantea especiales problemas lógicos para la negación. ¿Qué objeto es

$\neg A$?<ref group=a>Para la lógica intuicionista de [[Luitzen Egbertus Jan Brouwer|Brouwer]] no podemos afirmar $A \vee \neg A$ como verdadero. Para ello tendríamos que tener fundamento para afirmar A o tener fundamentos para afirmar que nunca tendríamos fundamento para afirmar $\neg A$. Pero puede ocurrir que no tengamos fundamento para afirmar lo uno ni lo otro y tal proposición no podría tener valor de verdad alguno, ni verdadero, ni falso, tal como ocurre con los conjuntos infinitos. Por eso el argumento $\neg \neg A \rightarrow A$ no puede tomarse sin restricción. Nótese que si consideramos A = las vacas vuelan; y $\neg \neg A$ = las ratas no son azules, podríamos considerar "las ratas no son azules" como una corroboración de "las vacas vuelan". Véase la entrada: Lógica intuicionista en Enciclopedia Oxford de Filosofía, op. cit.</ref> Por ello consideraron las verdades de la ciencia probabilísticas, algo así como: «hay razones para considerar verdadero»... Rechazando algunos teoremas y métodos de [[Georg Cantor]].<ref name="oxford"/> El empirismo de [[David Hume]] mantiene su vigencia en la no-realidad de los [[problema de los universales|universales]] ahora matemáticamente tratados como [[conjunto]]s.

Por su parte los [[empirismo lógico|formalistas]] pretendieron construir la [[lenguaje formalizado|traducción]] posible de los contenidos de la ciencia a un lenguaje lógico uniforme y universal que, como «método unificado de [[cálculo]]» hiciera de la ciencia un logicismo perfecto.<ref>Joergen Joergensen. Enciclopedia Internacional de la Ciencia Unificada. Fasc. IX</ref> Tal venía a ser el [[programa de Hilbert]]: formalización perfecta de la lógica-matemática, capaz de figurar la realidad mundana debidamente formalizada en un sistema perfecto.<ref group=a>Proyecto históricamente intentado antes por [[Raimundo Lulio]], e ideal señalado por [[Descartes]] y [[Leibniz]] y, ahora, dotado de un impresionante aparato «lógico-matemático» por el primer [[Wittgenstein]] del [[Tractatus logico-philosophicus]], [[Bertrand Russell]] y los [[empirismo lógico|empiristas lógicos]] del [[Círculo de Viena]]</ref> [[Archivo:Concepto de distancia en el espacio de Euclides.png|thumb|Concepto de distancia en el espacio de Euclides]]

El programa de Hilbert se vino definitivamente al traste cuando [[Kurt Gödel]] (1931) demostró los [[Teoremas de incompletitud de Gödel|teoremas de incompletitud]], haciendo patente la imposibilidad de un [[sistema]] lógico perfecto.<ref group=a>Se entiende como sistema lógico perfecto un sistema que fuera:

* [[consistencia (lógica)|consistente]]: Una sistema formal es consistente si es imposible demostrar una fórmula ϕ y también su negación $\neg\phi$.

* [[decibilidad|decidible]]: Una sistema formal es decidible cuando existe un algoritmo tal que, dada una fórmula ϕ , el algoritmo es capaz de decidir en un número finito de pasos si la fórmula pertenece o no al sistema.

* [[completitud semántica|completo]]: Un sistema formal es completo cuando dada cualquier fórmula ϕ del sistema, existe una demostración de ϕ o de $\neg\phi$ como teorema del mismo.</ref>

Por otro lado la [[mecánica cuántica]] en su expresión matemática abre una brecha entre espacio-tiempo y materia y salva el tradicional abismo entre el observador y la realidad por caminos que traen conturbados a los científicos y han sumido a los filósofos en una gran confusión.<ref>[[Erwin Schrödinger]]|Schrödinger]]. op. cit. pp. 138 y ss.</ref><ref name="oxford"/> En definitiva:

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

* Físicamente: La energía aparece como discontinua; las partículas se manifiestan fenoménicamente, según circunstancias, como tales partículas o como ondas. El espacio y el tiempo pierden el carácter de [[absoluto (metafísica)|absoluto]] de la mecánica clásica de [[Isaac Newton|Newton]]; etc. [[Archivo:Concepto de distancia en el espacio de Minkoski.png|thumb|Concepto de distancia en el espacio de Minkoski]]

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

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

En 1975 [[Feyerabend]] publica un polémico libro, "CONTRA EL MÉTODO: Esquema de una teoría anarquista del conocimiento". Tras analizar críticamente el proceso seguido por Galileo en su "método resolutivo-compositivo", rompe el «paradigma» del [[método hipotético-deductivo]] considerado como el fundamento del [[método científico]] como tal.

El propio progreso de las ciencias muestra evidencias claras de que las regularidades de la naturaleza están llenas de excepciones.<ref group=a>Véanse figuras al margen sobre el concepto de distancia. Evidente el primero en la conciencia empírica vulgar en el espacio de tres dimensiones y un tiempo constante y absoluto. Sin embargo el segundo concepto de distancia es necesario para las medidas astronómicas de enormes distancias y velocidades en un espacio de cuatro dimensiones en su relación con la «velocidad de la luz como constante c». La distancia nunca podrá estar fuera del "cono de luz", siendo c, la velocidad de la luz, una constante del universo</ref> La creencia en leyes [[necesario|necesarias]] y la creencia en el [[determinismo]] de la Naturaleza, que inspiró tanto a los griegos como a la Ciencia Moderna hasta el siglo XX, así como el hecho de que la observación se justifica a partir de la experiencia, se ponen seriamente en cuestión.;;<ref name="oxford"/><ref>Isabel Cabrera. Analítico y sintético. A priori y a posteriori; en [[Luis Villoro]]. El conocimiento. op. cit. p.135 y ss.</ref><ref group=a>[[Relación de indeterminación de Heisenberg]] que permite considerar la relación causa-efecto como un proceso [[estocástico]]</ref><ref group=a name="evidencia">Véase [[evidencia (filosofía)]]</ref>

=== Posmodernidad ===

{{cita|La cuestión entre [[realismo filosófico|realismo]] y [[empirismo]] ../. sigue tan viva como siempre....../... [Los investigadores] estudian eventos particulares, realizan entrevistas, invaden los laboratorios, desafían a los científicos, examinan sus tecnologías, sus imágenes, sus concepciones, y exploran el gran antagonismo que a menudo existe entre disciplinas, escuelas y grupos de investigación concretos. Resumiendo sus resultados, podemos decir que el problema no es ahora el de cómo articular el monolito CIENCIA, sino el de qué hacer con la desparramada colección de esfuerzos que han ocupado su lugar.<ref name="oxford"/>}}

[[Lyotard]] en su obra «La condición postmoderna: Informe sobre el saber» se pregunta: ¿Sigue siendo la ciencia el gran "argumento de autoridad" en el reconocimiento de la verdad?<ref>[[Lyotard]], «La condición postmoderna: Informe sobre el saber» (La Condition postmoderne: Rapport sur le savoir 1979</ref> La conclusión postmoderna es que se asumió el criterio de [[sabiduría|competencia]] como «saber adecuado a lo concreto» por parte de los [[experto]]s. La ciencia no es una cosa, es «muchas»; no es algo cerrado sino abierto; no tiene un método, sino muchos; no está hecha, sino se hace. Su dinámica no es sólo la investigación base, sino su aplicación técnica, así como su enseñanza y su divulgación. Por ello las objeciones y las alternativas a cada investigación concreta y en cada campo concreto de la misma, se suscitan y abren según grupos particulares de intereses que no siempre son precisamente científicos. La dependencia económica de la investigación puede convertirla en un

producto más en «oferta en el mercado», o ser valorada únicamente como "[[performatividad|discurso performativo]]".<ref>Lyotard, op. cit.</ref>

La ciencia se ha convertido en un fenómeno que afecta globalmente a toda la Humanidad:

- * Por la mayor educación social generalizada en todas las sociedades del mundo.
- * Por la influencia de la tecnología que la hace aplicable a la realidad en poco tiempo.
- * Por los medios de comunicación, que facilitan la rápida divulgación y vulgarización de los conocimientos.
- * Porque se convierte así en un instrumento de [[poder (sociología)|poder]], económico, político y cultural.
- * Etc.

El problema de su fundamentación y construcción deviene un problema filosófico en el llamado [[posmodernismo]] que tiene una conciencia clara: "La verdad no es necesaria ni universal, sino producto humano y por tanto cambiante y contingente".<!-- y esto dicho por quién? --> La propia ciencia, la filosofía, la literatura o el arte en general y la propia dinámica cultural y social, desborden siempre el discurso científico abriendo horizontes de nuevos metadiscursos respecto a la propia ciencia, a los contenidos culturales y sociales, a la vida cotidiana, el ejercicio del poder o la acción moral y política.<ref>[[Bachelard]], op. cit.</ref><ref>Umberto Eco, "Interpretación y sobreinterpretación", op. cit.; respuesta final a modo de conclusión.</ref>

{{cita|La pregunta, explícita o no, planteada por el estudiante profesionalista, por el Estado o por la institución de enseñanza superior, ya no es ¿es eso verdad?, sino ¿para qué sirve? En el contexto de la mercantilización del saber, esta última pregunta, las más de las veces, significa: ¿se puede vender? Y, en el contexto de argumentación del poder ¿es eficaz? Pues la disposición de una competencia performativa parecía que debiera ser el resultado vendible en las condiciones anteriormente descritas, y es eficaz por definición. Lo que deja de serlo es la competencia según otros criterios, como verdadero/falso, justo/injusto, etc., y, evidentemente, la débil performatividad en general.|Jean François Lyotard. La condición posmoderna. op. cit. p.94}}

El resultado es que es posible adquirir conocimiento y resolver problemas combinando elementos de ciencia con opiniones y procedimientos que "prima facie" son no-científicos.<ref name="oxford"/>

== Construcción del saber científico ==

[[Archivo:Universum.jpg|thumb|left|Visión del Universo en la Antigüedad y Edad Media]]

=== Demarcación de la ciencia ===

{{AP|Criterio de demarcación}}

{{cita|¿Qué distingue al conocimiento de la superstición, la ideología o la [[pseudo-ciencia]]? La Iglesia Católica excomulgó a los copernicanos, el Partido Comunista persiguió a los mendelianos por entender que sus doctrinas eran pseudocientíficas. La demarcación entre ciencia y pseudociencia no es un mero problema de filosofía de salón; tiene una importancia social y política vital.|[Imre Lakatos]].La metodología de los programas de investigación científica. op. cit. p.9}}

=== Conocer y saber ===

Se hace necesario diferenciar, de un modo técnico y [[lenguaje formalizado|formalizado]]<ref>Daniel Quesada, op. cit.</ref> los conceptos de conocer y saber, por más que, en el lenguaje ordinario, se usen a veces como sinónimos.

Conocer, y su producto el conocimiento, va ligado a una evidencia que consiste en la creencia basada en la experiencia y la memoria y es algo común en la evolución de los seres naturales concebidos como sistemas, a partir de los animales superiores.<ref>Dancy, J. op. cit. p. 202 y ss.</ref> Saber, por su parte requiere, además de lo anterior, una [[teoría de la justificación|justificación]] fundamental; es decir un engarce en un sistema coherente de significado y de sentido, fundado en [[lo real]] y [[entendimiento|comprendido]] como [[realidad]] por la razón; más allá de un conocimiento en el momento presente o fijado en la memoria como único. Un sistema que hace de este hecho de experiencia algo con entidad consistente. Las cosas ajenas a la razón no pueden ser objeto de ciencia. {{cita|... ciencia es la opinión verdadera acompañada de razón. (δοξα ἀληθης μετα λογου)|Platón.Teeteto. Trad. Juan B. Bergua.Madrid. Ediciones Ibéricas. 1960. p. 122 y 223}} Platón, en ese texto, reconoce que los elementos simples son por ello «irracionales», puesto que no se puede dar razón de ellos.<ref>[[Zubiri]]. Inteligencia y razón, p.258 y ss.</ref> Y luego en el «Sofista» intenta ir más allá de lo elemental al fundamento del mismo, a la «Idea» (Logos), la racionalidad que sirve de fundamento o, como dice Zubiri, que hace posible el «verdadear» de las cosas y los hechos como realidad.<ref>Bertrand Russel. op. cit. pp.173 y ss.</ref> El saber de la verdad, así concebido, es un «hecho abierto» como proceso intelectual y no un logro definitivo,<ref>[[Putnam]], op. cit.</ref> Un conjunto de razones y otros hechos independientes de mi experiencia!-- la de quién? --> que, por un lado, ofrecen un «saber qué» es lo percibido como verdad y, por otro lado, orientan y definen nuevas perspectivas del conocimiento y de la experiencia posible.<ref>Ferrater Mora, op. cit. entrada «conocer». Putnam. op. cit.</ref>

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

- * Investigación de un cambio de problemática, teórica o práctica, en un área o ámbito científico determinado con un núcleo teórico consolidado.<ref>[[Imre Lakatos]], op. cit.</ref>
- * De un equipo generalmente financiado por una Institución Pública, Fundación privada o Empresa particular<ref group=a>La genialidad individual, en cualquier caso, acabará siendo financiada, desarrollada y gestionada como proyecto de forma colectiva</ref>
- * Dirigida por alguien de reconocido prestigio como [[experto]] en el ámbito de la investigación, sea individuo o equipo investigador
- * Siguiendo un [[método científico|método]] de investigación cuidadosamente establecido
- * Publicado en revistas especializadas
- * Incorporadas y asumidas las conclusiones en el quehacer de la comunidad científica del ámbito que se trate como elementos dinámicos de nuevas investigaciones que amplían la problemática inicial generando nuevas expectativas, predicciones, etc. o, dicho en términos propios, el resultado es un "programa teóricamente progresivo".<ref>[[Imre Lakatos]]. op. cit. p.230</ref>
- * El reconocimiento suele convertirse en derecho de [[patente]] durante 20 años cuando tiene una aplicación práctica o técnica

=== Observación de los hechos ===

{{AP|Lógica empírica}}

[[Archivo:CL0024+17.jpg|thumb|Observación del cielo]]

{{Cita|Si, persuadidos de estos principios, hacemos una revisión de las bibliotecas, ¿qué estragos no haremos! Si tomamos en las manos un volumen de teología, por ejemplo, o de metafísica escolástica, preguntemos: ¿contiene algún razonamiento abstracto sobre la cantidad o los números? No. ¿contiene algún raciocinio experimental sobre cuestiones de hecho o de existencia? No. Echadlo al fuego; pues no contiene más que sofistería y embustes.}} [[David Hume]]. Investigación sobre el entendimiento humano. Tercera parte.}}

La cita de Hume ilustra el pensamiento en la [[Edad Moderna]] y fue importante en la constitución de la ciencia moderna. Sin embargo en la actualidad es un problema fundamental del estatus de la ciencia ¿qué es un raciocinio experimental sobre cuestiones de hecho o de existencia?

[[Sir Isaac Newton|Newton]] afirmaba «"[[Hypotheses non fingo|no hago suposiciones]]"» y estaba convencido de que su teoría estaba apoyada por los hechos. Pretendía deducir sus leyes a partir de los fenómenos observados por [[Kepler]]. Pero tuvo que introducir una [[teoría de las perturbaciones]] para poder sostener que los movimientos de los planetas eran elípticos, y en realidad no supo justificar la [[gravedad]]. Sin embargo, antes de [[Einstein]] la mayoría de los científicos pensaban que la física de Newton estaba fundamentada en la "realidad de los hechos observados".<ref group=a>En 1827 [[André-Marie Ampère|Ampère]] escribió su "Teoría matemática de los fenómenos electrodinámicos inequívocamente deducida de los experimentos", pero al final de la obra confiesa que algunos de los experimentos no se habían realizado porque ni siquiera había instrumentos capaces de poder comprobar la existencia de tales fenómenos. Lakatos. op. cit. p. 11</ref> Hoy se admite sin ambages que no se puede derivar válidamente una ley de la naturaleza a partir de un número finito de hechos.<ref>[[El problema de la inducción]]. Popper. op. cit.</ref>

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

Lakatos, discípulo de Popper, indicó que la historia de la ciencia está repleta de exposiciones sobre cómo los experimentos cruciales supuestamente destruyen a las teorías. Pero tales exposiciones suelen estar elaboradas mucho después de que la teoría haya sido abandonada. Si Popper hubiera preguntado a un científico newtoniano, anterior a la Teoría de la Relatividad, en qué condiciones experimentales abandonarían la teoría de Newton, algunos científicos newtonianos hubieran recibido la misma descalificación que él mismo otorgó a algunos marxistas y psicoanalistas.<ref>Lakatos. op. cit. p.13</ref>

Según [[Thomas Kuhn|Kuhn]] la ciencia avanza por medio de revoluciones cuando se produce un cambio de [[paradigma]], que no depende de la observación de los hechos sino que constituye un cambio de referencia de un campo o área determinada de la investigación científica en una teoría más general que abarca un área mucho más amplia.<ref>Geymonat. op. cit. p. 93-112. Lakatos. op. cit. p.14</ref>

[[Archivo:Solar sys.jpg|thumb|left|Universo según la teoría newtoniana]]

Un campo o área de investigación siempre tiene su referencia en una teoría general, (Física clásica, Teoría de la Relatividad, Mecánica cuántica, Psicoanálisis, Marxismo) dotados de un "núcleo fundamental" característico firmemente establecido y defendido en una tradición científica estable, aun cuando presenten irregularidades y problemas no resueltos. En este sentido tomar la falsación de Popper en puridad equivale a tener por seguro que "todas las teorías nacen ya refutadas", lo que rompería la posibilidad del progreso y unidad de la ciencia.<ref>Geymonat. op. cit. p. 93-112. Lakatos. op. cit. p.14</ref>

Lo que constituye como «científicas» a las teorías no es su «verdad demostrada» que no lo es, sino su capacidad de mostrar nuevas verdades que surgen al seguir ofreciendo nuevas vías de investigación, suscitando hipótesis nuevas y abriendo cauces nuevos en la visión general del campo que se trate. Es solo al final de un amplio proceso de construcción y reconstrucción de una teoría cuando puede surgir una nueva teoría o [[paradigma]] o [[programa de investigación (epistemología)|programa de

investigación]] más general que explica con una nueva óptica los mismos hechos explicados por la primera teoría anterior al considerarlos en un ámbito de visión del mundo más amplio. La vieja teoría dejará de tener entonces el reconocimiento como ciencia actual; porque ha dejado ya de ser referente como medio para la ampliación del conocimiento. Lo que nos les hace perder el valor científico que han mostrado durante bastante tiempo y el carácter histórico de su aportación a la construcción de la ciencia.

[[Archivo:Evolución Universo WMAP.jpg|thumb|Universo evolutivo en expansión según la teoría del [[Big Bang]]]]

Los hechos observados y las leyes que fundaban la Teoría de Newton seguirán siendo los mismos fenómenos terrestres de la misma manera que lo hacían en el siglo XVIII; y en ese sentido seguirán siendo [[verdad]]eros. Pero su "[[interpretación]]" tienen otro sentido cuando se los considera en el marco más amplio de la «teoría de la relatividad» en la quedan incluidos como un caso concreto. La verdad experimental de la "observación de hechos" de ver todos los días salir el sol por oriente y ponerse por occidente sigue siendo la misma. Como lo son las anotaciones del movimiento de los planetas hechas por [[Claudio Ptolomeo|Ptolomeo]], como por [[Copérnico]] o [[Tycho Brahe]]. Pero de la misma forma que las [[interpretación]]es de tales observaciones reflejadas en el marco de la teoría geocéntrica de Aristóteles o de Ptolomeo explicaban mejor y ofrecían visiones diferentes respecto a las «astrologías» que había en su momento histórico y cultural, a su vez la interpretación heliocéntrica de Copérnico o Tycho Brahe enriquecieron enormemente la visión de los cielos respecto a las anteriores e hicieron posible la visión de Kepler y la Teoría de Newton. La interpretación de los mismos datos de observación ofrecen, sin embargo, en la Teoría de la relatividad elementos nuevos que sugieren nuevas hipótesis de investigación que amplían la posibilidad de "nuevas observaciones" y nuevas hipótesis. La última teoría está en continua ampliación y transformación como [[paradigma]] científico; las anteriores o prácticamente ya no tienen nada que decir como no sea como objeto de estudio histórico y de referencia en la evolución y construcción del saber científico en tanto que fueron paradigmas en su tiempo o tienen sentido en una aplicación concreta en un ámbito específicamente acotado como caso concreto de la teoría fundamental. Tal es el caso de la «utilidad» de la teoría de Newton cuando se trata de movimientos y espacios y tiempos de ciertas dimensiones. De la misma forma que los arquitectos en sus proyectos consideran la tierra «como si fuera plana». Pues en las dimensiones que abarcan sus proyectos la influencia de la redondez de la tierra es despreciable.<ref group=a>Teniendo en cuenta que la redondez, como tal, nunca es un «hecho observado», de no ser el caso de haber subido a un cohete espacial</ref>

=== Ley científica ===

{{AP|Ley científica}}

En la arquitectura de la ciencia el paso fundamental está constituido por la [[ley científica|ley]]. Es la primera formulación científica como tal. En la ley se realiza el ideal de la descripción científica; se consolida el edificio entero del conocimiento científico: de la observación a la hipótesis teórica-formulación-observación-experimento (ley científica), teoría general, al sistema. El sistema de la ciencia es o tiende a ser, en su contenido más sólido, sistema de las leyes.<ref>Carlos Paris. Física y filosofía. p. 85</ref>

[[Archivo:Moglt0304 ley debye.jpg|thumb]]

Diferentes dimensiones que se contienen en el concepto de ley:<ref>Carlos París. Ciencia y transformación social. p. 109</ref>

* La aprehensión meramente descriptiva

* Análisis lógico-matemático

* Intención ontológica

Desde un punto de vista descriptivo la ley se muestra simplemente como una relación fija, entre ciertos

datos fenoménicos. En términos lógicos supone un tipo de [[proposición]], como [[afirmación]] que vincula varios conceptos relativos a los fenómenos como [[verdad]].<ref group=a>Matemáticamente la aplicación de un procedimiento mensurativo cuantifica dichos datos y convierte en variables los conceptos por ellos [[referencia]]dos, mientras que su relación adquiere la estructura de una función matemática. Los [[empirismo lógico|empiristas lógicos]] pensaron que la estructura afirmativa de las leyes solamente son esquemas meramente formales de funciones proposicionales que adquieren la forma de [[argumento]] al sustituir las variables por los contenidos conceptuales de la observación previamente medida. Eso hizo posible la pretensión de construcción de "el lenguaje Universal de la Ciencia" como "Proyecto Unificado".</ref> En cuanto a la consideración [[ontología|ontológica]] la ley como proposición ha sido interpretada históricamente como representación de la [[esencia]], [[propiedad (lógica)|propiedades]] o [[accidente (filosofía)|accidentes]] de una [[sustancia]]. Hoy día se entiende que esta situación ontológica se centra en la fijación de las constantes del acontecer natural, en la aprehensión de las regularidades percibidas como [[fenómeno]] e incorporadas en una forma de «ver y [[explicación|explicar]] el mundo».<ref>Russel. B. op. cit. pp.163 y ss.</ref>

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

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

::Generalmente, y de forma vulgar, se suele interpretar como «relación causa/efecto» o «descripción de un fenómeno». Se formula lógicamente como una [[proposición]] [[hipótesis (lógica)|hipotética]] en la forma: Si se da "a, b, c..." en las condiciones, "h, i, j..." se producirá "s, y, z...".<ref>B. Russell. La evolución.... op. cit. pp.169 y ss.</ref><ref group=a>El hecho de la flotación de un cuerpo en un fluido, se formularía: Si un cuerpo "a" se encuentra sumergido en un fluido, condición "h", experimentará un empuje vertical hacia arriba igual al peso del volumen de fluido que desaloja. Lo que equivale a la [[explicación]] [[causa]] de que: Un cuerpo flota en el agua "porque" el peso del volumen del agua que desaloja, (el volumen que ocupa el cuerpo sumergido), es mayor que el peso de todo el cuerpo (explicación esencial); o «descripción del fenómeno» de "cómo sucede" la flotación de un cuerpo.</ref>

* La forma y el procedimiento con que la ley se constituye, es decir, el [[problema de la inducción]].

=== Teoría científica ===

{{AP|Teoría científica}}

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

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

Según [[Mario Bunge]] en aras de un inductivismo dominante,<ref>Newton, [[hypotheses non fingo]]; Lakatos. op. cit. p.249</ref> con anterioridad se "observaba, se clasificaba y se especulaba".

Ahora en cambio:

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

* Se agrega la construcción de [[sistema hipotético-deductivo|sistemas hipotético-deductivos]] en el campo de las ciencias sociales<ref group=a>Incluso, añade Bunge, en el campo de la psicología y la

sociología, "fortalezas, en otro tiempo, de la vaguedad".</ref>

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

En definitiva, concluye Bunge:

{{cita|Empezamos a comprender que el fin de la investigación no es la acumulación de hechos sino su comprensión, y que ésta solo se obtiene arriesgando y desarrollando hipótesis precisas que tengan un contenido empírico más amplio que sus predecesoras.|Bunge, M. op. Cit. p. 9-11; Lakatos. op. cit. 123-133}}

==== Construcción de modelos =====

[[Archivo:CDF Top Event.jpg|thumb|350px|Modelo de una colisión de partículas]]

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

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

El objeto modelo es cualquier representación esquemática de un objeto. Si el objeto representado es un objeto concreto entonces el modelo es una idealización del objeto, que puede ser pictórica (un dibujo p. ej.) o conceptual (una fórmula matemática); es decir, puede ser figurativa o simbólica. La informática ofrece herramientas para la elaboración de objetos-modelo a base del [[cálculo numérico]].

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

Un modelo teórico es un sistema hipotético-deductivo concerniente a un objeto modelo que es, a su vez, representación conceptual esquemática de una cosa o de una situación real o supuesta real.<ref>Bunge. Teoría y realidad. op. cit. p. 15</ref>

{{cita|Los mecanismos hipotéticos deberán tomarse e serio, como representando las entrañas de la cosa, y se deberá dar prueba de esta convicción realista (pero al mismo tiempo falible) imaginando experiencias que puedan poner en evidencia la realidad de los mecanismos imaginados. En otro caso se hará literatura fantástica o bien se practicará la estrategia convencionalista, pero en modo alguno se participará en la búsqueda de la verdad,|Bunge, op. Cit. p. 19}}

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

relaciones de la siguiente forma:

"Cosa o hecho" "Objeto-modelo" "Modelo teórico"		
[[Deuterón]]	Pozo de potencial del protón neutrón	Mecánica cuántica del pozo de potencia
[[Solute]]	en una solución diluida	[[Gas perfecto]] Teoría cinética de los gases
Tráfico a la hora punta	[[Corriente continua]]	Teoría matemática de la corriente continua
Organismo que aprende	Caja negra markoviana	Modelo del operador lineal de Bush y Mosteller
Cigarras que cantan	Colección de osciladores acoplados	Mecánica estadística de los osciladores acoplados

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

==== Teoría =====

Existen dos formas de considerar las teorías:

- * Teorías fenomenológicas. Tratan y se limitan a «describir» fenómenos, estableciendo las leyes que establecen sus relaciones mutuas a ser posible cuantificadas. Procuran evitar cualquier contaminación «metafísica» o «esencial» tales como las causas, los átomos o la voluntad, pues el fundamento consiste en la observación y toma de datos con la ayuda «únicamente» de las variables observables exclusivamente de modo directo. Tal es el ideal del [[empirismo]]: [[Francis Bacon]], [[Isaac Newton|Newton]], [[neopositivismo]]. La teoría es considerada como una [[Caja negra (sistemas)|caja negra]].
- * Teorías representativas, por el contrario, pretenden establecer la «esencia» o fundamento último que justifica el fenómeno y las leyes que lo describen. Tal es el ideal del [[racionalismo]] y la [[teoría de la justificación]]: [[Descartes]], [[Leibniz]]. En relación con lo anterior Bunge propone considerarla como «caja negra traslúcida».<ref>Bunge. op. cit. p. 55</ref>

===== La caja negra =====

El hecho de considerar las formas teóricas como «[[caja negra (sistemas)|caja negra]]» o «caja negra traslúcida» obliga a hacer alguna aclaración. No se trata de una disyunción exclusiva. No se trata de clases lógicas excluyentes sino más bien de un planteamiento metodológico. Su referencia es hacia el modo como interpretamos la teoría, si «se atiende a lo que ocurre» en forma de descripción de lo que ocurre, o si, además, se refiere a «por qué ocurre lo que ocurre» intentando justificar un mecanismo. [[Archivo:Caja negra.png|thumb|Add caption here|400px|thumb|Esquema de caja negra]]

Las teorías fenomenológicas no son jamás «puras negras», por más que se intente justificar lo contrario con el término [[Fenomenología (ciencias)|fenomenológico]]:

- * Pues no pueden prescindir totalmente de términos que superan con creces las «variables externas»

observables, sean macroscópicas o microscópicas. Por ejemplo: la teoría de los circuitos eléctricos es ciertamente una teoría de caja negra, pues todo elemento del circuito es considerado como una unidad carente de estructura interna.<ref>Sobre el problema de la estructura interna de las entidades percibidas, cfr. B. Russell, La evolución... op. cit. p. 173</ref><ref group=a>Esa estructura es objeto de otro tipo de teoría acerca de la electricidad: la teoría del campo eléctrico y la teoría del electrón</ref> Sin embargo tal teoría de circuitos eléctricos habla de «corriente» y de «voltaje» que no son variables observables (como fenómenos en sí propiamente dichos). Su «observabilidad» se infiere de la lectura de unos valores leídos en unos aparatos indicadores previamente diseñados conforme a una teoría que interpreta que dichos valores «representan» valores de «corriente» o de «voltaje» como conceptos teóricos.

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

* Las teorías fenomenológicas incluyen de manera necesaria, como substrato de creencia previa, la idea de [[causa]]/efecto. Pues aun cuando se ignore el mecanismo interior de la caja negra, no se puede prescindir del hecho de que los "inputs" guardan una relación causal con los "outputs".

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

{{cita|El hecho de que ciertos problemas no puedan enunciarse en la estructura de las teorías fenomenológicas no significa que las teorías de la caja negra no proporcionen una explicación como a menudo se oye. Siempre que un enunciado singular se deduce de enunciados de leyes y circunstancias, hay explicación científica. Las teorías fenomenológicas proporcionan, pues, explicaciones científicas. Pero las explicaciones científicas pueden ser más o menos profundas. Si las leyes invocadas en la explicación son justamente leyes de coexistencia y sucesión, la explicación será superficial. Este es el caso de la explicación de un hecho de un individuo sobre la base de que siempre hace tales cosas, o la explicación de la compresión de un gas según el aumento de presión en términos de la ley de Boyle. Necesitamos a menudo tales explicaciones superficiales, pero también necesitamos explicaciones profundas tales como las que se presentan en términos de la constitución y estructura de un gas, los rasgos de la personalidad de un individuo y así sucesivamente.}|Bunge, M. Teoría y realidad. op. cit. p. 77-78}}

=== Problema de la inducción ===

{{AP|Problema de la inducción}}

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

{{cita|El falsacionista ingenuo insiste en que si tenemos un conjunto inconsistente de enunciados científicos en primer lugar debemos seleccionar entre ellos: 1) Una teoría que se contrasta (que hará de nuez); 2) Un enunciado básico aceptado (que servirá de martillo) y el resto será conocimiento básico que no se pone en duda (y que hará las funciones de yunque). Y para aumentar el interés de esta situación hay que ofrecer un método para «endurecer» el «martillo» y el «yunque» de modo que podamos partir la nuez realizando un «experimento crucial negativo». Pero las conjeturas ingenuas referentes a esta visión resultan demasiado arbitrarias y no ofrecen el endurecimiento debido.}|Imre Lakatos. op. cit. p.130}}

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

{{cita|El inductivismo estricto fue considerado seriamente y criticado por muchos autores, desde [[Roberto Bellarmino|Bellarmino]], [[William Whewell|Whewell]], y finalmente destruido por [[Pierre Duhem|Duhem]] y [[Karl Popper|Popper]], aunque ciertos científicos y filósofos de la ciencia como Born, Achinstein o Dorling aún creen en la posibilidad de deducir o inducir válidamente las teorías a partir de hechos (¿seleccionados?). Pero el declinar de la lógica cartesiana y en general, de la lógica psicologista, y la emergencia la lógica de [[Bernard Bolzano|Bolzano]] y [[Alfred Tarski|Tarski]] decretó la muerte de la "deducción a partir de los fenómenos".[Lakatos. op. cit. p. 219]}}

Por otro lado las inferencias lógicas transmiten la verdad, pero no sirven para descubrir nuevas verdades.<ref>Lakatos, op. cit. p. 20</ref>

Las teorías generales no son directamente contrastables con la experiencia, sino solamente mediante casos particulares, con soluciones específicas mediante teorías específicas, como modelos teóricos. Cuanto mayor sea la lógica que detente una teoría, menor será la contrastabilidad empírica. Esto quiere decir que teorías tan generales como la [[Teoría de la Información]], [[Mecánica clásica]] o [[mecánica cuántica]] solo pueden ser contrastadas respecto a modelos teóricos específicos en el marco de dichas teorías, teniendo en cuenta que no siempre es posible saber qué es lo que hay que corregir en el modelo cuando el contraste empírico fracasa o, si por el contrario es la propia teoría general la que contiene el error,<ref>Bunge. op. cit. p.46</ref> teniendo muy presente la dificultad de poder asegurar que el valor de los datos manejados y obtenidos sean los correctos. Por ello la filosofía de la ciencia adquiere un carácter de investigación científica muy importante.<ref>Schrödinger. E. ¿Qué es una ley de la naturaleza?. 1962</ref><ref>Isabel Cabrera. Analítico y sintético, a priori y a posteriori. En Villoro. El conocimiento. op. cit. pp. 134 y ss</ref>

== Historia y progreso del conocimiento científico ==

{{AP|Historia de la ciencia}}

[[Archivo:Schedelsche Weltchronik - Kosmologie.jpg|thumb|left|Visión medieval del universo]]
[[Archivo:Copernicus.jpg|thumb|200px|[[Nicolás Copérnico]] rompe definitivamente la visión medieval del mundo]]

Desde determinado punto de vista la descripción de la historia de la ciencia puede causar una visión compendiada de la historia en la que una teoría falsa es sustituida por una «verdadera», que será falsa cuando es sustituida por otra «verdadera». Tal es lo que ocurre si mantenemos una visión simplista de la ciencia como «conjunto de teorías cerradas» es decir que se sustentan por sí mismas en su contenido de verdad y se generan en una sucesión cuyo producto acabado es «una ciencia consolidada», producto de «Una Razón», si no absoluta, al menos humana, pero en tanto que verdadera y definitiva.

De hecho, una visión así se produce cuando la tesis más frecuente y constantemente repetida es que "el método científico es una combinación de deducción e inducción, de matemática y experiencia". Tal idea se remonta a Galileo (o incluso más atrás, hasta los más grandes científicos de la Grecia clásica),<ref>Geymonat, op. cit. p. 77</ref> calificada como [[inductivismo]] cuyo fundamento reside en considerar que "los hechos [[teoría de la justificación|justifican las teorías]]" en el sentido de hacerlas "verdaderas" de forma definitiva y permanente.

Tal visión ha sido definitivamente superada por la crisis vivida durante el siglo XX al tener que considerar las teorías como «teorías abiertas».<ref>Lakatos. op. cit. p. 65 y ss.; Popper, op. cit. p. 25</ref>

Teorías cerradas:

- * Rigurosamente formalizadas, o formalizables en lenguaje lógico-matemático.
- * Se basan en un determinado sistema de axiomas y reglas lógicas.
- * No necesitan tener referencia alguna a presuntas verdades intuitivas ajenas a dicho sistema.
- * Dos teorías diversas entre sí no pueden tener equivalencias puesto que se basan en sistemas primitivos lógicos diferentes.

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

"Evaluación del progreso objetivo de la ciencia entendido como cambios progresivos y regresivos de problemáticas para un conjunto estable de teorías científicas que ofrecen un marco o modelo teórico global".<ref>Lakatos. op. cit. p.65</ref>

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

- * como «falsación de teoría concreta»: [[Popper]].<ref group=a>Mediante "experimento crucial" como el experimento Michelson-Morley 1887 que refutó la teoría del éter y condujo a la teoría de la relatividad. Lakatos. op. cit. p.97-98</ref>
- * como una «ruptura epistemológica», [[Gaston Bachelard]].
- * como una revolución o «cambio de paradigma», [[Thomas Kuhn|Kuhn]].<ref group=a>El cambio del geocentrismo por el heliocentrismo, como cambio "revolucionario"</ref>
- * como evolución de «programas de investigación», [[Lakatos]].<ref>Dos ilustraciones, [[William Prout|Prout]] y [[Niels Bohr|Bohr]], en Lakatos, op. cit. pp. 72 y ss.</ref>
- * como simple «anarquía de los métodos», [[Feyerabend]].<ref group=a>La elección de teorías comprensivas, puede llegar a ser una cuestión de gusto. Feyerabend. op. cit. p. 134-135</ref>
- * como esbozo de posibilidades para la intelección posibilitante de lo real, [[Zubiri]].<ref>Inteligencia y razón, op cit. p.222</ref>
- * como «symploké», [[Gustavo Bueno]].
- * como genialidad deductiva de un investigador.<ref>[[Isaac Newton|Newton]] o [[Einstein]]</ref>
- * como casualidad heurística de hecho.<ref group=a>Descubrimiento de la [[penicilina]] por [[Alexander Fleming]]</ref>

Cada uno de estos puntos de vista requiere su reflexión y nos muestra que el proceso no es tan simple como suele mostrarse en la historia de una «ciencia consolidada» como sucesión de teorías: una racionalización lógica y sucesiva de teorías que se sustituyen unas a otras de un modo lógico-constructivo.

La cuestión estriba en desplazar la idea de «una teoría que es refutada por hechos nuevos que se descubren» y considerar la explicación o interpretación de cómo se mantienen en unidad profunda y continua diversas teorías que comparten una misma visión conjunta, manteniendo diferencias de escuelas o autores claramente diferenciados y a veces opuestos en sus explicaciones. Esto explica la consistencia de las grandes visiones teóricas señaladas anteriormente con las distintas escuelas, posturas, y movimientos que dentro de la unidad diversifican las formas de comprensión de la realidad, es decir, cómo se mantienen las incongruencias e inconsistencias que unas teorías mantienen frente a otras compartiendo un núcleo fundamental de unión. Núcleo de unión continua que diversifica los modos y métodos de investigación como "heurística negativa", que señala rutas de investigación que hay que evitar y "heurística positiva" que señala los caminos que se debe seguir. La heurística positiva y negativa suministra una definición primaria e implícita del «marco conceptual» (y por tanto del lenguaje) en el que se sitúa la problemática común. El reconocimiento de que la historia de la ciencia es la historia de los [[paradigma]]s o de los "programas de investigación científica" o de la "anarquía de los métodos", en lugar de ser la historia de las teorías, puede por ello entenderse como una defensa parcial del punto de vista según el cual "la historia de la ciencia es la historia de los marcos conceptuales o de los lenguajes científicos".<ref>Lakatos, op. cit. nota 155. p. 65</ref>

La ciencia en su conjunto puede ser considerada como un «enorme programa de investigación» con una regla suprema como señaló Popper: "Diseña conjeturas que tengan más contenido empírico que sus predecesoras".<ref>Citado en Lakatos. op. cit.</ref><ref>Bachelard: La filosofía del no</ref>

== Filosofía de la ciencia ==
{{AP|Filosofía de la ciencia}}

{{Cita|Pues los hombres comienzan y comenzaron siempre a filosofar movidos por la admiración; al principio, admirados ante los fenómenos sorprendentes más comunes; luego, avanzando poco a poco y planteándose problemas mayores, como los cambios de la luna y los relativos al sol y a las estrellas, y la generación del universo. Pero el que se plantea un problema o se admira, reconoce su ignorancia. (Por eso también el que ama los mitos es en cierto modo filósofo; pues el mito se compone de elementos maravillosos). De suerte que, si filosofaron para huir de la ignorancia, es claro que buscaban el saber en vista del conocimiento, y no por ninguna otra utilidad. Y así lo atestigua lo ocurrido. Pues esta disciplina comenzó a buscarse cuando ya existían casi todas las cosas necesarias y las relativas al descanso y al ornato de la vida. Es, pues, evidente que no la buscamos por ninguna utilidad, sino que, así como llamamos hombre libre al que es para sí mismo y no para otro, así consideramos a ésta como la única ciencia libre, pues ésta sola es para sí misma. Por eso también su posesión podría con justicia ser considerada impropia del hombre. Pues la naturaleza humana es esclava en muchos aspectos; de suerte que, según Simónides, «sólo un dios puede tener este privilegio», aunque es indigno a un varón buscar la ciencia a él proporcionada.|Aristóteles. Metafísica, 982,b.11-32.}}

Dos aspectos interesantes del texto:

- * La admiración es fruto de la ignorancia
- * La no utilidad de la ciencia

El origen del saber, y por tanto de la ciencia y del conocer en general,<ref group=a

name="evidencia" /> hunde su raíz en la [[ignorancia]]. Puesto que la ignorancia absoluta no tiene sentido alguno,<ref group=a >La [[ignorancia]] absoluta no es posible, como no sea en un sentido determinado sociológico y despectivo. Porque de lo que no sabemos nada en absoluto, ni siquiera podemos saber que no sabemos nada. Tal ignorancia es «nesciencia» como la llama Zubiri; la ignorancia ha de ser respecto a algo, lo mismo que el conocer y el saber.</ref> hay que partir del hecho de que la ciencia no parte de cero, es decir, el suelo en el que surge es el mundo de las [[creencia]]s, las [[ideología]]s o los [[mito]]s y las [[tradición|tradiciones]], como señala Aristóteles. Sólo aquel que «no sabe» y es capaz de «admirarse» ante lo que «rompe sus esquemas», es decir sus creencias previas, es el que está preparado para «interesarse» por un nuevo modo de conocer que le permita explicarse lo que no encaja en sus creencias, no obstante quien preconoce cierta ciencia, añade y suma conocimiento a lo que ya entiende.. Sin embargo Aristóteles, y con él casi toda la tradición filosófica, pensó en una ciencia que, superado el conocimiento vulgar de las creencias o los mitos (o las religiones), establecía una verdad necesaria y por tanto definitiva, casi divina e impropia del hombre, señala el texto. Un concepto [[fundamentalismo|fundamentalista]] que ha prevalecido en la cultura heredera de Grecia. No tanto en otras culturas orientales.

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

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

{{Cita|Inventos son esos de esclavos, los más viles. Más arriba tiene la filosofía la morada; y es maestra, no de las manos, sino de las almas. ¿Quieres saber lo que ella descubrió, lo que ella produjo? ... Es autora de la paz y llama al linaje humano a la concordia. No es artesana, vuelvo a decir, de herramientas necesarias a nuestros usos ordinarios. ¿Por qué le asignas tan mengua visión? Contempla en ella a la autora de la vida ... Ella enseña qué cosas son males y cuáles solo lo aparentan ... Ella declara quiénes son los dioses y cuál es su naturaleza ..."}[[Séneca]]. Epístolas a Lucilio}}

Séneca ataca la postura de [[Posidonio]] y [[Panecio]] que alaban la "filosofía operativa":

{{Cita|"es evidente que el provecho y utilidad de las cosas inanimadas no podría obtenerse sin los brazos y el trabajo de los hombres".|[[Panecio]], "Sobre el deber"}}}

[[Archivo:5927 NASA.jpg|thumb|200px|El conocimiento científico ha permitido al hombre realizar hazañas como llegar a la [[Luna]]. Logros que tienen tanto de dominio de la Naturaleza como ejercicio de un poder político, social y militar]]

Tal vez la unión de la ciencia con el poder social, bien sea éste religioso, económico, político, ha sido una de las claves para considerarla unida al "conocimiento de la verdad necesaria" desligada de la "utilidad" directa, pero convertida en control y [[poder (sociología)|poder]].<ref group=a >La idea de una «Educación o Escuela para todos» no ha sido una conquista social fácil y ni siquiera es efectiva en muchas sociedades actuales. La Iglesia Católica, por ejemplo, no ha sido proclive a la lectura de la Biblia y los Evangelios para todo el mundo.</ref> La [[burguesía]] renacentista y moderna convierte el

[[conocimiento]] en instrumento útil, como "Razón instrumental" para el dominio de la Naturaleza<ref group=a>Así es considerada por [[Francis Bacon]] y más tarde por [[Nietzsche]] y [[Heidegger]] y, sobre todo, la [[Escuela de Francfort]]</ref> y constituye el origen del [[capitalismo]]; la ciencia queda definitivamente ligada al «dominio de la Naturaleza» y logra su propia independencia como saber desligado de la filosofía, pero ineludiblemente ligada al [[poder (sociología)|poder]] público (civil o militar) o privado; pero en todo caso "poder económico".<ref group=a>Así lo expresa [[Francis Bacon]] en su modelo de construcción del método científico, como una [[lógica empírica]], o "Novum Organon" frente a la lógica aristotélica, guía de la ciencia antigua.</ref> Al mismo tiempo es el inicio del proceso en que la posmodernidad considera llegado el triunfo definitivo del capitalismo liberal.

Los científicos siempre han dependido de las necesidades primarias satisfechas y disposición de tiempo para el estudio y la investigación; bien sea a través de la riqueza propia en la primera burguesía, del [[mecenasgo]] o del empleo por contrato en instituciones públicas o privadas. En la actualidad dicha dependencia se establece a través de Instituciones Públicas, Universidades e Institutos, los Ejércitos, o directamente de las empresas. Esta dependencia, si bien es tal vez más oculta, por otro lado tal vez es más estricta, en su dependencia de lo económico, pues la investigación básica actual se suele realizar a través de "programas" que exigen un ámbito que incluye enormes gastos de tecnología e instalaciones. Lo que explica la desaparición por completo de aquella libertad que Aristóteles atribuía a la búsqueda y ejercicio de la ciencia en cuanto tal.<ref group=a>Es constante la denuncia de las investigaciones farmacéuticas acerca de enfermedades «rentables» descuidando otras. O la denuncia de «sobornos» a científicos para el mantenimiento de tesis contrarias al "calentamiento global" de la tierra, en defensa de determinados intereses económicos.</ref>

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

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

En la actualidad, la posición generalizada es la [[naturalismo|naturalista]],<ref>Como dimensión fundamental pero abierta a una dialéctica de la razón entre los dos extremos del [[racionalismo]]-[[empirismo]]; lo que Bachelard considera "susuperracionalismo". Bachelard. op. cit.</ref> frente al [[fundamentalismo|fundacionalismo]] predominante en toda la tradición occidental y en la Ciencia moderna. Las características básicas del naturalismo original son, como señaló [[Willard Van Orman Quine|Quine]] una posición no fundacionalista y multidisciplinaria.

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

Mientras que el objetivo tradicional de la filosofía de la ciencia ha sido el de [[teoría de la justificación|justificar]] y [[legitimidad|legitimar]] el conocimiento científico,<ref group=a>En un metarrelato filosófico, religioso, ideológico, en una [[creencia]] fundamental [[evidencia (filosofía)|evidente]]</ref> el objetivo en la actualidad es el de entender "'cómo se da tal conocimiento científico", entendido como actividad y empresa humana, utilizando para ello todos los recursos pertinentes, es decir, todas las disciplinas relevantes: biología, psicología, antropología, sociología, etc.,

e incluso economía y tecnología, empezado por la construcción de un [[conocimiento]] [[evidencia (filosofía)|evidente]] que nos ayude a construir y llegar a la [[sabiduría]].

{{cita|La búsqueda de una garantía de cientificidad ha tenido siempre el aspecto de un acto tendente a rebasar la particular disciplina examinada para enlazarla con algo superior a ella, más sólido, menos atacable por la duda. «Historizar» también esta investigación significa, por una parte, mostrar que es intrínsecamente ilusorio buscar la garantía de la ciencia por encima de las ciencias mismas, y, por otra parte, poner en claro los aspectos más reales de una tal investigación, que hacen de ella no ya un instrumento para salir de la ciencia particular considerada, sino precisamente un factor interno de su dialéctica.}} [[Ludovico Geymonat]]. Filosofía y filosofía de la ciencia. p. 15}}

=== Ciencia: humanismo y cultura ===

La ciencia no puede ser una «mercancía» como mera «tecnología» valorada por el «precio»:

{{Cita|La investigación científica tiene una especie de carácter dramático. Ideas inteligentes pueden llevar a un callejón sin salida; observaciones banales pueden conducir a resolver un problema. Este es el precio que pagamos por el hecho de que la ciencia es un "diálogo" con la naturaleza, no un monólogo que podamos proseguir a nuestro arbitrio..../...}}

Mi consejo a los jóvenes es que acepten correr riesgos, pero únicamente si lo hacen movidos por un convencimiento profundo. El éxito de la ciencia occidental no se explica solamente por actitudes pragmáticas: la ciencia también ha ido construyendo una "filosofía de la naturaleza". Piénsese en Galileo, Newton o Einstein. Hoy se corre el peligro de que la ciencia sea considerada apenas una herramienta técnica o económica; creo que en tal caso perderá su atractivo para muchos de los miembros más dotados de la generación joven. Debemos preservar la base humanística de la ciencia. Debemos verla como parte de la cultura.}} Ilya Prigogine. Nuevos paradigmas... op. cit. p.410}}

== Terminología ==

{{AP|Verdad|Lenguaje formalizado}}

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

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

Una [[hipótesis (método científico)|hipótesis]] es una [[proposición]] que se considera "provisionalmente como verdadera" en función de una "experimentación" que confirme o rechace las consecuencias que de tal verdad puedan derivarse conforme a una teoría.

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

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

Esto explica la falibilidad de la ciencia tanto en sus observaciones como en las leyes generales y teorías que produce frente a un pretendido justificacionismo a ultranza. Esto es de especial relevancia para las ciencias cuyos modelos son idealizaciones muy pobres con respecto a [[lo real]].<ref group=a>Es importante tener en cuenta la distinción técnica que hacen algunos filósofos entre [[lo real]] y la [[realidad]], en el sentido de que "realidad" es [[lo real]] en tanto que "es conocido"; lo que viene a significar que conocer de alguna manera es hacer "realidad" lo "real"; pues de lo desconocido ni siquiera podemos saber que es [[lo real]]. Por esto la [[verdad]] científica actúa como postulado que dinamiza el progreso del conocimiento; no se trata de una verdad reconocida como tal de forma definitiva y eterna. La consideración del conocimiento como producto de un sistema complejo y evolutivo hace posible la aceptación del conocimiento como verdad objetiva con suficiente garantía de realidad.</ref> Otro ejemplo es el caso de las predicciones meteorológicas. Los modelos siempre suponen una idealización que no puede tener en cuenta todas las variables posibles, lo que no quita el valor a sus predicciones. Más complejo aún es cuando las predicciones se hacen sobre modelos sociales. La ciencia avanza perfeccionando el conocimiento acerca de lo real y no estableciendo verdades definitivas.

{{Cita|Al mismo tiempo los lenguajes en los que se ha estructurado la noción de verdad y de los que habla la teoría de modelos son, por lo general, sistemas matemáticos. Las "cosas" representadas en dichos lenguajes son también sistemas matemáticos. Por esto, la teoría de modelos es una teoría semántica que pone en relación unos sistemas matemáticos con otros sistemas matemáticos. Dicha teoría nos proporciona algunas pistas con respecto a aquella semántica que pone en relación los lenguajes naturales con la realidad. Sin embargo, ha de tenerse siempre presente que no hay ningún sustituto matemático para los problemas genuinamente filosóficos. Y el problema de la verdad es un problema netamente filosófico.}|Jesús Padilla Gálvez, op. cit. p. 229}}

== Método científico ==

{{AP|Investigación científica|Método científico}}

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

[[Karl Popper]], tras criticar la idea de que los experimentos [[validez (lógica)|verifican]] las teorías que los sustentan como [[teoría de la justificación|justificadas]], plantea el [[problema de la inducción]] como "argumento lógicamente inválido", proponiendo la idea del progreso de la ciencia como [[falsación|falsación de teorías]].

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

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

* La [[falsabilidad]], es decir, la capacidad de una [[teoría]] de ser sometida a potenciales pruebas que la contradigan. Según este criterio, se distingue el ámbito de lo que es ciencia de cualquier otro conocimiento que no lo sea: es el denominado "criterio de demarcación" de [[Karl Popper]]. La corroboración experimental de una teoría científicamente "probada" —aun la más fundamental de ellas— se mantiene siempre abierta a escrutinio (ver [[falsacionismo]]).

* En las ciencias empíricas no es posible la [[verificación]]; no existe el "conocimiento perfecto", es decir, "probado". En las ciencias formales las [[deducción|deducciones]] lógicas o [[demostración matemática|demostraciones matemáticas]] generan [[prueba (ciencia)|pruebas]] únicamente dentro del marco del [[sistema]] definido por ciertos [[axioma]]s y ciertas [[regla de inferencia|reglas de inferencia]]. Según el [[teorema de Gödel]], no existe un sistema aritmético recursivo perfecto, que sea al mismo tiempo [[consistencia (lógica)|consistente]], [[decidibilidad|decidible]] y [[completitud semántica|completo]].

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

[[Archivo:Modelo de Bohr.png|thumb|El [[modelo atómico de Bohr]], un ejemplo de una idea que alguna vez fue aceptada y que, a través de la [[experimentación]], fue refutada.]]

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

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

* [[Hipótesis (método científico)|Hipótesis]]: plantear las [[hipótesis (método científico)|hipótesis]] que expliquen lo observado en el fenómeno y las relaciones [[causa]]les o las [[correlación|correlaciones]] correspondientes.

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

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

* [[Razonamiento inductivo|Inducción]]: extraer el principio general implícito en los resultados observados.

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

La experimentación no es aplicable a todas las ramas de la ciencia; su exigencia no es necesaria por lo general en áreas del conocimiento como la [[vulcanología]], la [[astronomía]], la [[física teórica]], etc. Sin embargo, la repetibilidad de la observación de los fenómenos naturales es un requisito fundamental de toda ciencia que establece las condiciones que, de producirse, harían falsa la teoría o hipótesis investigada (véase [[falsación]]).

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

== Consenso científico y objetividad ==

{{AP|Consenso científico}}

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

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

El conocimiento científico adquiere el carácter de objetividad por medio de la "comunidad y sus instituciones", con independencia de los individuos.

D. Bloor, siguiendo a Popper y su teoría del mundo 3, convierte simétricamente el reino de lo social en un reino sin súbditos individuales, en particular reduce el ámbito del conocimiento al estado del conocimiento en un momento dado, esto es, a las creencias aceptadas por la comunidad relevante, con independencia de los individuos en concreto. El conocimiento científico es únicamente adscrito a la "comunidad científica".

Pero esto no debe llevar a pensar que el conocimiento científico es "independiente" de un individuo concreto como algo autónomo. Lo que ocurre es que se encuentra "socialmente fijado" en documentos y publicaciones y está "causalmente relacionado" con los conocimientos de los individuos concretos que forman parte de la comunidad.<ref>Villoro, L. (editor). El conocimiento. op. cit. Bustos, E. Objetividad. pp. 89 y ss.</ref>

== Aplicaciones de la lógica y de las matemáticas en la ciencia ==
{{AP|Cálculo|Cálculo lógico}}

[[Archivo:Newton-Principia-Mathematica 1-500x700.jpg|thumb|120px|right|[[Philosophiae Naturalis Principia Mathematica|Principia Mathematica]] de [[Isaac Newton]].]]

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

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

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

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

== Divulgación científica ==
{ {AP|Divulgación científica} }

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

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

== Influencia en la sociedad: la ética de la ciencia ==

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

Asimismo, la investigación científica moderna requiere en ocasiones importantes inversiones en grandes instalaciones como grandes [[acelerador de partículas|aceleradores de partículas]] ([[CERN]]), la [[Exploración del Sistema Solar|exploración espacial]] o la investigación de la [[fusión nuclear]] en proyectos como [[ITER]].

== Véase también ==

{ {Portal|Ciencias naturales y formales|texto=Contenido relacionado con "[[Ciencias naturales]]" y "[[Ciencias formales]]"} }

{ {Portal|Ciencias humanas y sociales|texto=Contenido relacionado con "[[Ciencias humanas]]" y "[[Ciencias sociales]]"} }

<div style="-moz-column-count:3; column-count:3;">

- * [[ciencias de la Tierra]]
- * [[ciencia ficción]]
- * [[ciencia popular]]
- * [[cientifismo]]
- * [[criterio de demarcación]]
- * [[ley científica]]
- * [[materialismo]]
- * [[materialismo dialéctico]]
- * [[objetividad]]
- * [[Karl Popper]]
- * [[lógica empírica]]
- * [[positivismo]]
- * [[protociencia]]
- * [[pseudociencia]]
- * [[religión]]
- * [[Bertrand Russell]]
- * [[tecnología]]
- * [[MC-14|MC-14, método científico en 14 etapas]]
- * [[Fundamentos de las ciencias sociales]]

</div>

== Notas ==

{{listaref|group="a"}}

== Notas y referencias ==

{{listaref|2}}

== Bibliografía ==

- * {{cita libro
| autor = Bachelard, G.
| título = La filosofía del no
| año = 1978
| editorial = Buenos Aires. Amorrortu.
| isbn = 84-610-30155-X
}}
- * {{cita libro
| autor = Bunge, M.
| título = Teoría y realidad
| año = 1975
| editorial = Barcelona. Ariel
| isbn = 84-344-0725-6
}}
- * {{cita libro
| autor = Bunge, M.
| título = La ciencia: su método y su filosofía
| año = 1969
| editorial = Buenos Aires
}}
- * {{cita libro

```

| autor = Bunge, M.
| título = Epistemología: curso de actualización
| año = 1980
| editorial = Barcelona. Ariel
| isbn = 84-344-8004-2
}}
* {{cita libro
| autor = Bunge, M.
| título = Materialismo y ciencia
| año = 1981
| editorial = Barcelona. Ariel
| isbn = 84-344-0828-7
}}
* Cassirer, E. "El problema del conocimiento en la filosofía y en la ciencia modernas", México,
[[Fondo de Cultura Económica[FCE]], 1979, 4 vols.
* {{cita libro
| autor = Dancy, J.
| título = Introducción a la epistemología contemporánea
| año = 1993
| editorial = Madrid, Tecnos
| isbn = 978-84-309-4612-9
}}
* {{cita libro
| autor = Eco, U. (Con la colaboración de Rorty, R., Culler, J. y Brooke-Rose, Ch.)
| título = Interpretación y sobreinterpretación
| año = 1997
| editorial = Cambridge, University Press
| isbn = 0-521-42554-9
}}
* {{cita libro
| autor = Ferrater Mora, J.
| título = Diccionario de Filosofía (4 tomos)
| año = 1984
| isbn = 84-206-5299-7
| editorial = Barcelona. Alianza Diccionarios.
}}
* {{cita libro
| autor = Feyerabend, P.
| título = Como ser un buen empirista: defensa de la tolerancia en cuestiones epistemológicas
| editorial = Valencia. Universidad de Valencia. Revista Teorema 7
| isbn = 84-600-0507-0
}}
* {{cita libro
| autor = Feyerabend, P.
| título = Contra el método: esquema de una teoría anarquista del conocimiento
| año = 1975
| editorial = Barcelona. Ariel
| isbn = 84-344-0735-3
}}

```

* {{cita libro
| autor = Feyerabend, P.
| título = Diálogo sobre el método
| año = 1990
| editorial = Madrid. Cátedra
| isbn = 84-376-0956-9
}}

* {{cita libro
| autor = Feyerabend, P.
| título = Adiós a la razón
| año = 1984
| editorial = Madrid. Tecnos
| isbn = 84-309-1071-9
}}

* {{cita libro
| autor = Fried Schnitman, D., Prigogine, I., Morin, E. et al.
| título = Nuevos paradigmas, Cultura y Subjetividad
| año = 1994
| editorial = Buenos Aires. Paidós
| isbn = 950-12-7023-8
}}

* {{cita libro
| autor = Geymonat, L.
| título = Filosofía y filosofía de la ciencia
| año = 1965
| editorial = Barcelona. Editorial Labor
}}

* {{cita libro
| autor = Felip Cid (Director)
| título = Historia de la ciencia (4 tomos)
| año = 1977
| editorial = Barcelona. Planeta
| isbn = 84-320-0840-0 (obra completa)
}}

* {{cita libro
| autor = Honderich, T. (Editor)
| título = Enciclopedia Oxford de filosofía
| año = 2001
| editorial = Madrid. Tecnos
| isbn = 84-309-3699-8
}}

* {{cita libro
| título = Gran Enciclopedia Larousse (10 tomos + apéndices)
| año = 1977
| editorial = Barcelona. Planeta
| isbn = 84-320-2030-3 Obra completa
}}

* Hurtado, G. "¿SABER SIN VERDAD? OBJECIONES A UN ARGUMENTO DE VILLORO".
CRÍTICA, Revista Hispanoamericana de Filosofía. Vol. 35, No. 103 (abril 2003) pp. 121–134

* {{cita libro
| autor = Thomas S. Kuhn
| título = La estructura de las revoluciones científicas
| año = 1990
| isbn = 84-375-0046-X
| editorial = México. Fondo de Cultura Económica
}}

* {{cita libro
| autor = Lakatos, I.
| título = La metodología de los programas de investigación científica
| año = 1983
| isbn = 84-206-2349-0
| editorial = Madrid. Alianza Editorial
}}

* {{cita libro
| autor = Lyotard, J.F.
| título = La condición postmoderna: informe sobre el saber
| año = 1994
| isbn = 84-376-0466-4
| editorial = Madrid, Cátedra.
}}

* {{cita libro
| autor = Ilya Prigogine e Isabelle Stengers
| título = La nueva alianza: metamorfosis de la ciencia
| año = 1983
| editorial = Madrid. Alianza Universidad
| isbn = 84-206-2368-7
}}

* {{cita libro
| autor = Padilla Gálvez, J.
| título = Verdad y demostración
| año = 2007
| editorial = Madrid. Palacio y Valdés
| isbn = 978-84-96780-19-4
}}

* {{cita libro
| autor = París, C.
| título = Física y filosofía: El problema de la relación entre ciencia física y filosofía de la naturaleza
| año = 1952
| editorial = Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Universidad de Madrid
}}

* {{cita libro
| autor = París, C.
| título = Ciencia, tecnología y transformación social
| año = 1992
| editorial = Universitat de Valencia
| isbn = 84-370-0966-9
}}

* {{cita libro

| autor = Popper
| título = La lógica de la investigación científica
| año = 2004
| isbn = 84-309-0711-4
| editorial = Madrid. Tecnos.
}}

* {{cita libro

| autor = Popper
| título = Sociedad abierta, universo abierto
| año = 1984
| isbn = 84-309-1105-7
| editorial = Madrid. Tecnos.
}}

* {{cita libro

| autor = Popper
| título = Conjeturas y refutaciones: el desarrollo del conocimiento científico
| año = 2002
| isbn = 84-309-0723-8
| editorial = Tecnos.
}}

* {{cita libro

| autor = Putnam, H.
| título = Razón, verdad e historia
| año = 1988
| editorial = Madrid. tecnos
| isbn = 84-309-1577-X
}}

* {{cita libro

| autor = Putnam, H.
| título = Las mil caras del realismo
| año = 1994
| editorial = Barcelona. Paidós
| isbn = 84-7509-980-7
}}

* Putnam, H. "Epistemology, methodology, and philosophy of science: essays in honour of Carl G. Hempel on the occasion of his 80 th. birthday". January 8th. 1985. Edited by W. K. Essler, H. Putnam and W. Stegmüller.

* {{cita libro

| autor = Quesada, D.
| título = Saber, opinión y ciencia: Una introducción a la teoría del conocimiento clásica y contemporánea
| año = 1998
| isbn = 84-344-8746-2
| editorial = Barcelona. Ariel.
}}

* {{cita libro

| autor = Quine, W.V.
| título = Del estímulo a la ciencia
| año = 1998

| isbn = 84-344-8747-0
| editorial = Barcelona. Ariel
}}

* {{cita libro
| autor = Russell, B.
| título = El conocimiento humano:su alcance y sus limitaciones
| año = 1959
| editorial = Madrid. Taurus
}}

* {{cita libro
| autor = Russell, B.
| título = La evolución de mi pensamiento filosófico
| año = 1982
| editorial = Madrid. Alianza Editorial
| id = 84-206-1605-2
}}

* {{cita libro
| autor = Schrödinger, E..
| título = ¿Qué es una ley de la naturaleza?
| año = 1975
| editorial = México. Fondo de Cultura Económica
}}

* Villoro, J. (1982): "Creer, saber, conocer", Siglo XXI Editores, México DF, ISBN 968-23-1151-9.

* {{cita libro
| autor = Villoro, L. (Editor)
| título = El conocimiento. Enciclopedia Iberoamericana de Filosofía. vol. 20
| año = 2009-2013
| editorial = Ed. Trotta. CSIC
| id = ISBN 978-84-87699-48-1 (obra completa) ISBN 84-8164-358-0 (edición impresa) ISBN 978-84-9879-402-1 (edición digital)
}}

== Enlaces externos ==

{{wikilibros|Categoría:Ciencias|Ciencias}}
{{Wikinoticias|Categoría:Ciencia y tecnología}}
{{wikisource|Declaración sobre la Ciencia y el Uso del Saber Científico}}
{{wikcionario|ciencia}}
{{wikiversidad|Categoría:Ciencias|Ciencias}}
{{commonscat|Science}}
{{wikiquote}}

* [http://www.scientificamerican.com/sciammag/ "Scientific American"]

* [http://www.investigacionyciencia.es/ La edición española de "Scientific American": "Investigación y Ciencia"]

[[Categoría:Ciencia|]]

{{Destacado|tr}}
{{destacado|nl}}