

# Método científico

De Wikipedia, la enciclopedia libre

*Este artículo trata de los diversos métodos científicos utilizados históricamente. Para el uso de la palabra en entornos técnicos actuales ver investigación científica.*

El **método científico** (del latín: *mēthōdos*, «una manera de enseñar, modo de proceder», y este del griego: μέθοδος [*méthodos*], lit. «perseguir, seguir tras (algo)» y, por extensión, «búsqueda, investigación, modo de procesar una investigación, sistema»;<sup>1</sup> y del latín *scientia* «conocimiento») es un método de investigación usado principalmente en la producción de conocimiento en las ciencias. Para ser llamado científico, un método de investigación debe basarse en lo empírico y en la medición, sujeto a los principios específicos de las pruebas de razonamiento.<sup>2</sup> Según el *Oxford English Dictionary*, el método científico es: «un método o procedimiento que ha caracterizado a la ciencia natural desde el siglo XVII, que consiste en la observación sistemática, medición, experimentación, la formulación, análisis y modificación de las hipótesis». *Oxford English Dictionary* — entrada para *scientific*.

El método científico está sustentado por dos pilares fundamentales: la reproducibilidad y la refutabilidad. El primero, la reproducibilidad, implica la capacidad de repetir un determinado experimento, en cualquier lugar y por cualquier persona. Este pilar se basa, esencialmente, en la comunicación y publicidad de los resultados obtenidos (por ejemplo, en forma de artículo científico), y su verificación por la comunidad científica. El segundo pilar, la refutabilidad, implica que toda proposición científica debe ser susceptible de ser falsada o refutada (falsacionismo), siendo la falsabilidad el *modus tollendo tollens* del método hipotético-deductivo experimental. En otras palabras, el método científico rechaza las verdades absolutas<sup>[*cita requerida*]</sup>, ya que establece que se podrían diseñar experimentos sobre subconjuntos específicos de parámetros que arrojen resultados *distintos* a los predichos originalmente, negando la hipótesis original para estos parámetros. Por lo tanto, las proposiciones científicas nunca pueden considerarse absolutamente verdaderas, sino a lo sumo «no refutadas».

Según James B. Conant, no existe *un* método científico. El científico usa métodos definitorios, métodos clasificatorios, métodos estadísticos, métodos hipotético-deductivos, procedimientos de medición, entre otros. Y según esto, referirse a *el* método científico es referirse a este conjunto de tácticas empleadas para constituir el conocimiento, sujetas al devenir histórico, y que eventualmente podrían ser otras en el futuro. Gregorio Klimovsky, *Las desventuras del conocimiento científico* Ello nos conduce a tratar de sistematizar las distintas ramas dentro del campo del método científico.



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

## Índice

- 1 Historia
- 2 Tipología
- 3 Descripciones del método científico
  - 3.1 El método científico como método para la eliminación de falacias y prejuicios
- 4 Modelos de explicación científica
  - 4.1 Modelo clásico

- 4.2 Modelo pragmático
- 5 Comunicación y comunidad
  - 5.1 Evaluación por revisión por pares
  - 5.2 Documentación y replicación
    - 5.2.1 Archivo
    - 5.2.2 Intercambio de datos
    - 5.2.3 Limitaciones
  - 5.3 Dimensiones de la práctica
- 6 Filosofía y sociología de la ciencia
  - 6.1 Rol en las posibilidades del descubrimiento
- 7 Relación con las matemáticas
- 8 Véase también
  - 8.1 Problemas
  - 8.2 Historia, filosofía y sociología
- 9 Referencias
- 10 Enlaces externos

## Historia

Frente a los límites del azar o la casualidad que en pocas ocasiones dan conocimiento –ya sea conocimiento científico, del bien o, como indica Aristóteles en la *Ética a Nicómaco*, del bien máximo que es la felicidad–, Platón y el mismo Aristóteles advertían de la necesidad de seguir un método con un conjunto de reglas o axiomas que debían conducir al fin propuesto de antemano. Sócrates, Platón y Aristóteles, entre otros grandes filósofos griegos, propusieron los primeros métodos de razonamiento filosófico, matemático, lógico y técnico.

Durante la época medieval, serían los filósofos, físicos, matemáticos, astrónomos y médicos del mundo islámico quienes hicieran suya, desarrollarán y difundirán la herencia de la filosofía griega –entre otros Alhazen, Al-Biruni y Avicena–. También se debe reconocer a quienes contribuyeron a la difusión de dichos conocimiento por Europa; figuras como Roberto Grosseteste y Roger Bacon junto con la imprescindible labor de la Escuela de Traductores de Toledo.

Pero no sería hasta la edad moderna cuando se consolida una nueva filosofía natural. Descartes (1596-1650) en su obra el *Discurso del método* define por primera vez las reglas del método *para dirigir bien la razón y buscar la verdad en las ciencias*.<sup>3</sup> Aun con diferencias notables fueron muchos los que defendieron la necesidad de un método que permitiera la investigación de la verdad.

Desde un punto de vista empírico o científico tal y como ahora lo entendemos se debe mencionar a precursores del método científico como Leonardo da Vinci (1452-1519), Copérnico (1473-1543), Kepler (1571-1630) y Galileo Galilei (1564-1642) quienes aplicaban unas reglas metódicas y sistemáticas para alcanzar la verdad. Galileo Galilei contribuyó a reforzar la idea de separar el conocimiento científico de la autoridad, la tradición y la fe.

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

La filosofía reconoce numerosos métodos, entre los que están el método por definición, demostración, dialéctico, trascendental, intuitivo, fenomenológico, semiótico, axiomático, inductivo.<sup>4</sup> La filosofía de la ciencia es la que, en conjunto, mejor establece los supuestos ontológicos y metodológicos de las ciencias, señalando su evolución en la historia de la ciencia y los distintos paradigmas dentro de los que se desarrolla.

Científico, por su parte, es el adjetivo que menciona lo vinculado a la ciencia (un conjunto de técnicas y procedimientos que se emplean para producir conocimiento). El método científico, por lo tanto, se refiere a la serie de etapas que hay que recorrer para obtener un conocimiento válido desde el punto de vista científico, utilizando para esto instrumentos que resulten fiables. Lo que hace este método es minimizar la influencia de la subjetividad del científico en su trabajo.

El método científico está basado en los preceptos de falsabilidad (indica que cualquier proposición de la ciencia debe resultar susceptible de ser falsada) y reproducibilidad (un experimento tiene que poder repetirse en lugares indistintos y por un sujeto cualquiera). En concreto, podemos establecer que el citado método científico fue una técnica o una forma de investigar que hizo acto de aparición en el siglo XVII. Se trata de una iniciativa que tiene como pionero al gran astrónomo italiano Galileo Galilei, que está considerado como el padre de la ciencia gracias al conjunto de observaciones de tipo astronómico que realizó y también a su mejora del telescopio.

## Tipología

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

- **Método empírico-analítico.** Conocimiento de manera lógica autocorrectivo y progresivo. Características de las ciencias naturales y sociales o humanas. Caracteriza a las ciencias descriptivas. Es el método general más utilizado. Se basa en la lógica empírica. Dentro de este podemos observar varios métodos específicos con técnicas particulares. Se distinguen los elementos de un fenómeno y se procede a revisar ordenadamente cada uno de ellos por separado.
  - **Método experimental.** Algunos lo consideran por su gran desarrollo y relevancia un método independiente del método empírico, considerándose a su vez independiente de la lógica empírica su base, la lógica experimental. Comprende a su vez:
    - **Método hipotético-deductivo.** En el caso de que se considere el método experimental como un método independiente, el método hipotético-deductivo pasaría a ser un método específico dentro del método empírico analítico, e incluso fuera de este.
  - **Método de la observación científica.** Es el propio de las ciencias descriptivas.
  - **Método de la medición.** A partir del cual surge todo el complejo empírico-estadístico.
- **Método hermenéutico.** Es el estudio de la coherencia interna de los textos, la filología, la exégesis de libros sagrados y el estudio de la coherencia de las normas y principios.
- **Método dialéctico.** La característica esencial del método dialéctico es que considera los fenómenos históricos y sociales en continuo movimiento. Dio origen al materialismo histórico.
- **Método fenomenológico.** Conocimiento acumulativo y menos autocorrectivo.
- **Método histórico.** Está vinculado al conocimiento de las distintas etapas de los objetos en su sucesión cronológica. Para conocer la evolución y desarrollo del objeto o fenómeno de investigación se hace necesario revelar su historia, las etapas principales de su desenvolvimiento y las conexiones históricas fundamentales. Mediante el método histórico se analiza la trayectoria concreta de la teoría, su condicionamiento a los diferentes períodos de la historia.
- **Método sistémico.** Está dirigido a modelar el objeto mediante la determinación de sus componentes, así como las relaciones entre ellos. Esas relaciones determinan, por un lado, la estructura del objeto, y, por otro su dinámica.
- **Método sintético.** Es un proceso mediante el cual se relacionan hechos aparentemente aislados y se formula una teoría que unifica los diversos elementos. Consiste en la reunión racional de varios elementos dispersos en una nueva totalidad. Este método se presenta más en el planteamiento de la hipótesis. El investigador sintetiza las superaciones en la imaginación para establecer una explicación tentativa que someterá a prueba.
- **Método lógico.** Es otra gran rama del método científico, aunque es más clásica y de menor fiabilidad. Su unión con el método empírico dio lugar al método hipotético-deductivo, uno de los más fiables hoy en día.

- **Método lógico-deductivo.** Mediante él se aplican los principios descubiertos a casos particulares, a partir de un enlace de juicios. Destaca en su aplicación el método de extrapolación. Se divide en:
  - **Método deductivo directo de conclusión inmediata.** Se obtiene el juicio de una sola premisa, es decir, que se llega a una conclusión directa sin intermediarios.
  - **Método deductivo indirecto o de conclusión mediata.** La premisa mayor contiene la proposición universal, la premisa menor contiene la proposición particular, de su comparación resulta la conclusión. Utiliza silogismos.
- **Método lógico-inductivo.** Es el razonamiento que, partiendo de casos particulares, se eleva a conocimientos generales. Destaca en su aplicación el método de interpolación. Se divide en:
  - **Método inductivo de inducción completa.** La conclusión es sacada del estudio de todos los elementos que forman el objeto de investigación, es decir, que solo es posible si conocemos con exactitud el número de elementos que forman el objeto de estudio, y además, cuando sabemos que el conocimiento generalizado pertenece a cada uno de los elementos del objeto de investigación.
  - **Método inductivo de inducción incompleta.** Los elementos del objeto de investigación no pueden ser numerados y estudiados en su totalidad, obligando al sujeto de investigación a recurrir a tomar una muestra representativa que permita hacer generalizaciones. Este a su vez comprende:
    - **Método de inducción por simple enumeración o conclusión probable.** Es un método utilizado en objetos de investigación cuyos elementos son muy grandes o infinitos. Se infiere una conclusión universal observando que un mismo carácter se repite en una serie de elementos homogéneos, pertenecientes al objeto de investigación, sin que se presente ningún caso que entre en contradicción o niegue el carácter común observado. La mayor o menor probabilidad en la aplicación del método radica en el número de casos que se analicen; por tanto, sus conclusiones no pueden ser tomadas como demostraciones de algo, sino como posibilidades de veracidad. Basta con que aparezca un solo caso que niegue la conclusión para que esta sea refutada como falsa.
    - **Método de inducción científica.** Se estudian los caracteres y/o conexiones necesarios del objeto de investigación, relaciones de causalidad, entre otros. Guarda enorme relación con el método empírico.
- **Método analógico.** Consiste en inferir de la semejanza de algunas características entre dos objetos, la probabilidad de que las características restantes sean también semejantes. Los razonamientos analógicos no son siempre válidos.

## Descripciones del método científico

El método científico es una serie ordenada de procedimientos de que hace uso la investigación científica para observar la extensión de nuestros conocimientos. Podemos concebir el método científico como una estructura, un armazón formado por reglas y principios coherentemente concatenados.

Por proceso o "método científico" se entiende aquellas prácticas utilizadas y ratificadas por la comunidad científica como válidas a la hora de proceder con el fin de exponer y confirmar sus teorías. Las teorías científicas, destinadas a explicar de alguna manera los fenómenos que observamos, pueden apoyarse o no en experimentos que certifiquen su validez. Sin embargo, hay que dejar claro que el mero uso de metodologías experimentales, no es necesariamente sinónimo del uso del método científico, o su realización al 100%. Por ello, Francis Bacon definió el método científico de la siguiente manera:

1. **Observación:** Es aplicar atentamente los sentidos a un objeto o a un fenómeno, para estudiarlos tal como se presentan en realidad, puede ser ocasional o causalmente.
2. **Inducción:** Extraer el principio fundamental de cada observación o experiencia.
3. **Hipótesis:** Elaborar una explicación provisional de las observaciones o experiencias y sus posibles causas.
4. **Probar la hipótesis por experimentación.**
5. **Demostración o refutación (antítesis) de la hipótesis.**
6. **Tesis o teoría científica.**

Así queda definido el método científico tal y como es normalmente entendido, es decir, la representación social dominante del mismo. Esta definición se corresponde sin embargo únicamente a la visión de la ciencia denominada positivismo en su versión más primitiva. Empero, es evidente que la exigencia de la experimentación es imposible de aplicar a áreas de conocimiento como la astronomía, la física teórica, etcétera. En tales casos, es suficiente la observación de los fenómenos producidos naturalmente, en los que el método científico se utiliza en el estudio (directos o indirectos) a partir de modelos más pequeños, o a partes de este.

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

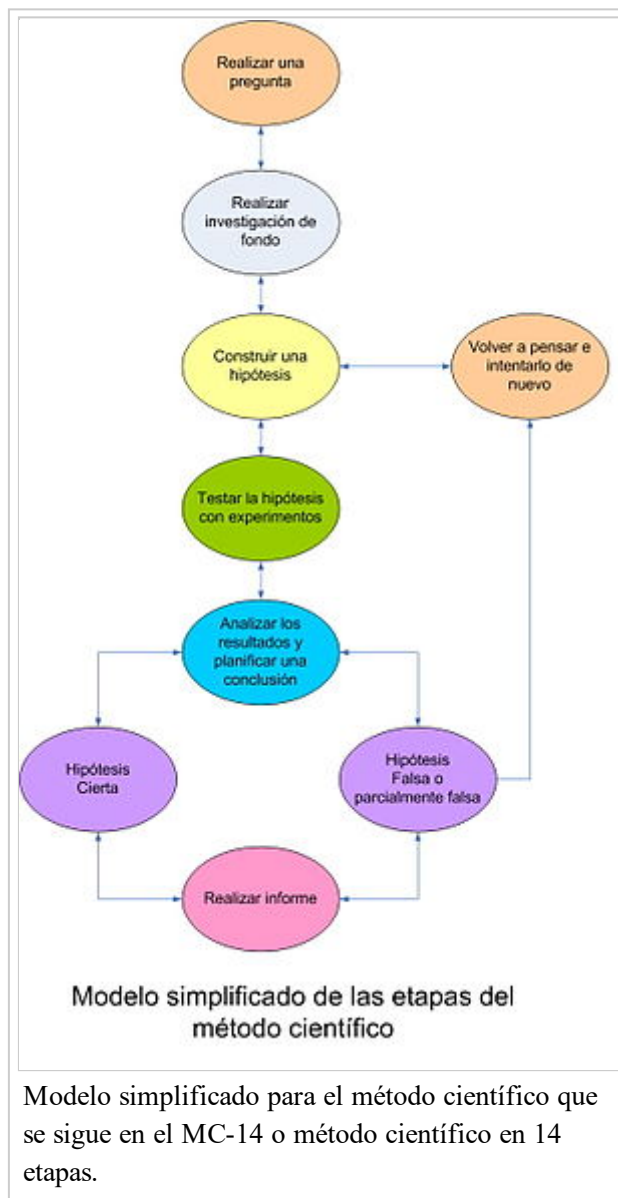
Así, por método o proceso científico se entiende aquellas prácticas utilizadas y ratificadas por la comunidad científica como válidas a la hora de proceder con el fin de exponer y confirmar sus teorías, como por ejemplo los Postulados de Koch para la microbiología. Las teorías científicas, destinadas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

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

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

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

Para no caer en el prejuicio cognitivo es necesario, por tanto, la experimentación, el no hacerlo llevaría a la misma negligencia puesto que la verdad de una aseveración según el método científico recae en la fuerza de sus evidencias comprobadas por experimentación. Después de llevar a cabo la experimentación se analizan los resultados y se llega a una conclusión. Si los resultados respaldan la hipótesis, ésta adquiere validez; si los resultados la refutan, ésta se descarta o se modifica presentando nuevas formas para refutarla.



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

El primer paso en el método científico de tipo empírico es la observación cuidadosa de un fenómeno y la descripción de los hechos, es aquí donde entran en juego los prejuicios. Después, el científico trata de explicarlo mediante hipótesis las cuales, ya están sesgadas por los prejuicios en la percepción de los acontecimientos o en las propias creencias. Sin embargo, solamente las ideas que puedan comprobarse experimentalmente están dentro del ámbito de la ciencia lo que permite desechar muchas teorías. Si las hipótesis enunciadas fueran invalidadas deberían predecir las consecuencias en el experimento y además debería ser posible repetirlas. De esta forma, mediante la experimentación, la repetición y supervisión del experimento por parte de personas que pudieran tener otros sesgos cognitivos se minimizan los errores del experimento, los errores en la interpretación de los resultados o errores en estadísticas que harían a la teoría una falsa o imprecisa creencia. Por eso, en ciencia se usa la revisión por pares, a mayor número de revisiones menor probabilidad de sesgo o de falsa interpretación de los datos experimentales, con lo que el trabajo es considerado más riguroso o estable. Un proceso así aunque *mucho menos riguroso* se puede observar en el pensamiento crítico cuando éste requiere de investigación activa propia para el esclarecimiento de argumentos y comprobación de las fuentes de información. En el pensamiento crítico se toman decisiones en función de la carga de la prueba que se hayan realizado sobre las fuentes y los argumentos y la información que se obtiene puede llegar a ser indirecta (de ahí la falta de rigurosidad). En el método científico no solo debe ser el hecho probado por la experimentación directa sino que debe ser posible repetirlo.

El método empírico es un gran avance que permite aproximarse a la verdad. Es un gran hito que ha permitido avanzar a la sociedad y debe ser dado a conocer ampliamente para extender su uso en otras disciplinas, sin embargo, el método sigue siendo un método que está restringido a la capacidad del evaluador. Esto quiere decir, que no solo los sesgos o la cultura influyen en el método sino que también éste está limitado por la capacidad misma de la especie humana. Es el ser humano el que no solo propone las ideas sino que decide cómo verificarlas. ¿Qué ocurriría si el ser humano no fuera capaz de ver más allá de su inteligencia para saber la verdad?<sup>5</sup> La idea de que existe una limitación de la especie limita la misma aplicación del método. Para evitar esto, tal y como la evolución generó desde el mismo caos no inteligente seres tan complejos como los humanos, la combinación aleatoria de elementos de experimentación junto a la paralelización de la experimentación y unas reglas energéticas claras, deberían realizar descubrimientos aleatorios en largos periodos de tiempo. La combinación de estos dos métodos el evolutivo-aleatorio junto con el método científico empírico podrían producir avances más importantes por no estar constreñidos al marco cultural actual. De hecho mucho de los avances científicos se han producido por casualidad, error y suerte y no por deducción consciente.

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

## Modelos de explicación científica

### Modelo clásico

El modelo clásico de investigación científica deriva del trabajo de Aristóteles,<sup>6</sup> quien distinguió las formas del razonamiento aproximado y el exacto, estableció el esquema de tres puntos de los razonamientos abductivo, deductivo e inductivo, y también trató las formas compuestas tales como el razonamiento por analogía.

## Modelo pragmático

*Véase también:* Teoría pragmática de la verdad

En 1877,<sup>7</sup> Charles Sanders Peirce caracterizó la investigación en general no como la persecución de la verdad *per se*, sino como el esfuerzo para desplazarse de las irritantes e inhibitorias dudas, nacidas de las sorpresas, desacuerdos y demás, y así alcanzar una creencia segura, creencia en la cual uno está preparado para actuar. Enmarcó la investigación científica como parte de un espectro mayor e incitado por la misma duda, no por meras dudas verbales o hiperbólicas, las cuales sostenía que eran infructuosas.<sup>8</sup> Delineó cuatro métodos para establecer opiniones, ordenadas de la menos a la más exitosa:

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

## Comunicación y comunidad

Con frecuencia, el método científico es empleado no sólo por una persona, sino por varios individuos que cooperan entre ellos de manera directa o indirecta. Dicha cooperación puede ser vista como uno de los elementos que definen una comunidad científica. Se han desarrollado varias técnicas para asegurar la integridad de la metodología científica dentro de estos ambientes.

## Evaluación por revisión por pares

Las revistas científicas usan un proceso de revisión por pares, por el cual se envían los manuscritos de los científicos a un número indeterminado (normalmente de uno a tres) de científicos de la misma rama, casi siempre dentro del anonimato, para que realicen una evaluación del trabajo. Estos árbitros pueden o no recomendar la publicación, la publicación con ciertas modificaciones o, en ocasiones, la publicación en otra revista. Esto sirve para mantener la literatura científica libre de trabajos pseudocientíficos o científicos, para ayudar en evitar errores obvios, y en general mejorar la calidad del material. El proceso de revisión por pares puede tener ciertas limitaciones cuando se considera la investigación fuera del paradigma científico convencional: los problemas de pensamiento de grupo pueden interferir con una deliberación abierta y justa de algunas nuevas investigaciones.<sup>9</sup>

## Documentación y replicación



Impresión original del libro *Dos nuevas ciencias* de Galileo (1638).



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

## Archivo

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

## Intercambio de datos

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

## Limitaciones

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

## Dimensiones de la práctica

Las principales restricciones a la ciencia contemporánea son:

- Publicación, por ejemplo revisión por pares
- Recursos, principalmente económicos

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

Ambas limitaciones requieren de manera indirecta del método científico, ya que los trabajos que violan estas restricciones serán difíciles de publicar y difíciles de financiar. Las revistas requieren que los trabajos presentados hayan seguido una buena práctica científica, y esto se comprueba principalmente por la revisión por pares. Originalmente, la importancia y el interés eran más importantes, como el ejemplo de las directrices de autor ([http://www.nature.com/nature/submit/get\\_published/index.html](http://www.nature.com/nature/submit/get_published/index.html)) de la revista Nature.

## Filosofía y sociología de la ciencia

*Véanse también:* Filosofía de la ciencia y Sociología de la ciencia.



La filosofía mira directamente a los apoyos lógicos del método científico, lo que separa a la ciencia de la no-ciencia y a la ética de la investigación que se supone implícita a la ciencia. Existen varias suposiciones básicas, derivadas de la filosofía por al menos un científico de renombre, que forman la base del método científico, como puede ser que la realidad sea objetiva y consistente, que los humanos tengan la capacidad de percibir la realidad con precisión, y que existen explicaciones racionales para cualquier elemento del mundo real.<sup>10</sup> Estas suposiciones del naturalismo metodológico forman una base sobre la que se puede asentar la ciencia. El positivismo lógico, empirismo, falsabilidad, y otras teorías han criticado estas suposiciones y han dado visiones alternativas de la lógica de la ciencia, pero todas ellas también han sido, por otra parte, criticadas.

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

Norwood Russell Hanson, Imre Lakatos y Thomas Kuhn han trabajado en profundidad en el característico "cargado de teoría" de la observación. Hanson acuñó la idea de que toda la observación es dependiente del marco conceptual del observador, usando el concepto de psicología de la Gestalt para mostrar como las preconcepciones pueden afectar tanto a la observación como a la descripción.<sup>11</sup> Comienza su primer capítulo con una discusión sobre el aparato de Golgi y su rechazo inicial como artefacto para teñir, y una discusión entre Brahe y Kepler observando el amanecer, que ven salir al sol de manera diferente a pesar de ser el mismo fenómeno fisiológico. Kuhn<sup>12</sup> y Feyerabend<sup>13</sup> reconocen ser los pioneros en encontrar la importancia de este trabajo.

Kuhn dijo en 1961 que el científico tiene una teoría en su mente antes de diseñar y llevar a cabo los experimentos que le llevarán a las observaciones empíricas, y que el camino de la teoría a la medición casi nunca puede ser hecho al revés. Esto implica que la manera en que la teoría es comprobada está dictada por la naturaleza de la misma teoría, lo que llevó al autor a argumentar que "una vez ha sido adoptada por una profesión, no se reconoce que ninguna teoría sea comprobable a través de ningún examen cuantitativo que no haya superado ya".<sup>14</sup>

Paul Feyerabend examinó de manera similar la historia de la ciencia, lo que le llevó a negar que la ciencia sea un proceso genuinamente metodológico. En su libro *Contra el método* argumenta que el progreso científico no es el resultado de aplicar ningún método concreto. Básicamente, dice que para cualquier método específico o norma de la ciencia, uno puede encontrar un episodio histórico en el que violarlo ha contribuido al progreso científico. Por tanto, si los que creen en el método científico desean expresar una simple regla universalmente válida, Feyerabend sugiere en broma que cualquier cosa vale.<sup>15</sup> Esta clase de críticas han llevado a un programa fuerte, un acercamiento radical a la sociología de la ciencia.

Las críticas posmodernistas a la ciencia han sido sujeto de intensas controversias. Este debate que a día de hoy sigue activo, conocido como las guerras de la ciencia, es el resultado de aplicar valores conflictivos y suposiciones entre el posmodernismo y el realismo científico. Mientras que los posmodernistas afirman que el conocimiento científico no es más que otro discurso (darse cuenta del significado especial de este término en el contexto) y que no es representativo de ninguna forma de verdad fundamental, los realistas en la comunidad científica mantienen que el conocimiento científico revela verdades reales y fundamentales de la realidad. Se han escrito muchos libros por científicos que han tomado este problema y han desafiado las afirmaciones de los posmodernistas mientras defienden a la ciencia como un método legítimo de derivar la verdad.<sup>16</sup>

## Rol en las posibilidades del descubrimiento

En algún punto entre el 33 % y el 50 % de todos los descubrimientos científicos se encuentra la tasa de descubrimiento científicos que, en lugar de haber sido encontrados, fueron hallados por casualidad. Esto puede explicar el por qué con frecuencia los científicos dicen que tuvieron suerte.<sup>17</sup> A Louis Pasteur se le acredita la famosa frase: "La suerte está a favor de la mente preparada", pero algunos psicólogos han empezado a estudiar lo que significa "estar preparado para la suerte" en un contexto científico. La investigación está mostrando que a los científicos se les enseñan varias heurísticas que tienden a aprovechar la oportunidad y lo inesperado.<sup>17</sup> <sup>18</sup>

Esto es lo que Nassim Nicholas Taleb llama la "antifragilidad"; mientras que algunos sistemas de investigación son frágiles delante del error humano, las preferencias humanas y el azar, el método científico es más duro y resistente; de tal manera se beneficia de esa aleatoriedad de diferentes formas, ya que es antifrágil. Taleb cree que cuanto más antifrágil sea el sistema, más resultados dará en la realidad.<sup>19</sup>

El psicólogo Kevin Dunbar dice que el proceso del descubrimiento a menudo comienza con un grupo de investigadores encontrando fallos en sus experimentos. Estos resultados inesperados llevan a los investigadores a intentar arreglar lo que piensan que puede ser el error en sus métodos. Llegado un punto, el investigador decide que el error es demasiado persistente y sistemático como para ser una coincidencia. Los aspectos altamente controlados, curiosos y cautelosos del método científico son por tanto lo que lo hacen adecuado para identificar dichos errores persistentes. En este momento, el investigador empezará a pensar diversas explicaciones teóricas de dicho fallo, frecuentemente buscando la ayuda de colegas pertenecientes a diferentes dominios de la experiencia.<sup>17 18</sup>

## Relación con las matemáticas

La ciencia es el proceso de recopilar, comparar y evaluar modelos propuestos con lo observable. Un modelo puede ser una simulación, una fórmula matemática o química, o una serie de pasos propuestos de antemano. La ciencia es como las matemáticas en el sentido de que los investigadores de ambas disciplinas pueden distinguir con claridad lo que es *conocido* de lo que es *desconocido* en cada etapa del descubrimiento. Los modelos, tanto científicos como matemáticos, necesitan ser internamente consistentes, al igual que también deben ser refutables. En las matemáticas, una afirmación no debe ser demostrada en el mismo momento; ya que en esa etapa una afirmación todavía sería llamada una conjetura. Sin embargo, cuando dicha afirmación ha adquirido una demostración matemática, ésta gana una especie de inmortalidad que es altamente apreciada por los matemáticos, y por la cual algunos matemáticos dedican sus vidas.<sup>20</sup>

El trabajo matemático y el científico se pueden inspirar el uno al otro.<sup>21</sup> Por ejemplo, el concepto técnico del tiempo surgió de la ciencia, y la intemporalidad fue un distintivo tema de las matemáticas. Pero al día de hoy, la conjetura de Poincaré ha sido demostrada usando el tiempo como un concepto matemático en el que los objetos pueden fluir (ver el Flujo de Ricci).

Aun así, la conexión entre las matemáticas y la realidad (al igual que la ciencia hasta el punto en el que describe la realidad) permanece en la oscuridad. El trabajo de Eugene Wigner, *The Unreasonable Effectiveness of Mathematics in the Natural Sciences*, es un conocido acercamiento al problema de este físico ganador de un Premio Nobel. De hecho, algunos observadores, tales como Gregory Chaitin y George Lakoff, han sugerido que las matemáticas son el resultado de las limitaciones humanas (incluyendo las culturales) con las inclinaciones del practicante, algo así como una visión de la ciencia de corte pos-modernista.

El trabajo de George Pólya sobre la resolución de problemas,<sup>22</sup> la construcción de pruebas matemáticas y la heurística<sup>23 24</sup> demuestran que el método matemático y el científico difieren en detalles, que de todas formas hacen parecerse entre ellos al usar unos pasos iterativos y repetitivos (ver *Cómo plantear y resolver problemas* de G. Pólya).

	Método matemático	Método científico
1	Comprensión	Caracterización por la experiencia y la observación
2	Análisis	Desarrollo de hipótesis
3	Síntesis	Predicción científica
4	Revisión - Generalización	Experimentación

Según el punto de vista de Pólya, *comprender* incluye reformular las definiciones que resultan poco familiares con las propias palabras de uno, recurriendo a figuras geométricas, y cuestionando lo que sabemos y no sabemos todavía; *análisis*, el cual Pólya toma de Pappus de Alejandría,<sup>25</sup> incluye una construcción libre y

heurística de argumentos plausibles, trabajando hacia atrás desde el objetivo, y divisoando un plan para construir una prueba; *síntesis* es la exposición estrictamente euclídea de los detalles paso a paso<sup>26</sup> de la prueba; *revisión* incluye la reconsideración y la reexaminación del resultado y del camino que ha llevado hasta él.

Gauss, cuando fue preguntado sobre como llegó hasta sus teoremas, contestó en una ocasión "durch planmässiges Tattonieren" (a través de la experimentación sistemática palpable).<sup>27</sup>

Imre Lakatos discutió que los matemáticos hacen uso de la contradicción, la crítica y la revisión como principios para mejorar su trabajo.<sup>28</sup> De igual manera que la ciencia, donde se busca la verdad, pero no se encuentra la certeza, en *Pruebas y refutaciones* (1976), en el cual Lakatos intentó establecer que no existe el teorema de las matemáticas informales que sea final ni perfecto. Esto significa que no debemos pensar que un teorema sea definitivamente cierto, sólo que, por ahora, no se ha encontrado un contraejemplo. Una vez se encuentre dicho contraejemplo, como una entidad que se contradiga por el teorema, se ajusta el teorema, posiblemente extendiendo el dominio de su validez. Esta es una manera de acumular nuestro conocimiento, a través de la lógica y el proceso de demostraciones y refutaciones. (Si se dan axiomas para una sola rama de las matemáticas, Lakatos afirmó que las demostraciones de dichos axiomas son tautológicas; por ejemplo, la verdad lógica, fue reescrita, tal como hizo Poincaré [*Pruebas y refutaciones*, 1976].)

Lakatos propuso una cuenta de conocimiento matemático basado en la idea de Polya de la heurística. En *Pruebas y refutaciones*, Lakatos dio varias reglas básicas para encontrar pruebas y contraejemplos a las conjeturas. Pensaba que los experimentos pensados para las matemáticas eran una vía válida para descubrir conjeturas y pruebas matemáticas.<sup>29</sup>

## Véase también

- Wikiquote alberga frases célebres de o sobre **Método científico**.

- |                                   |                          |                     |                                    |                             |
|-----------------------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| ■ Contingencia                    | ■ Lógica                 | ■ Metodología       | ■ Estadística                      | ■ Teoría                    |
| ■ Contraste de hipótesis          | ■ Inferencia             | ■ Inferencia fuerte | ■ Matemática                       | ■ Testabilidad              |
| ■ Falsabilidad                    | ■ Razonamiento abductivo | ■ Método baconiano  | ■ Operacionismo                    | ■ Verificación y validación |
| ■ Hipótesis                       | ■ Razonamiento deductivo | ■ Método empírico   | ■ Investigación cuantitativa       |                             |
| ■ Investigación                   | ■ Razonamiento inductivo | ■ Método escolar    | ■ Metodología de ciencias sociales |                             |
| ■ Límites empíricos de la ciencia | ■ Tautología             | ■ Método filosófico | ■ Reproducibilidad                 |                             |
|                                   |                          | ■ Método fronético  |                                    |                             |
|                                   |                          | ■ Método histórico  |                                    |                             |

## Problemas

- |                            |                                      |                     |
|----------------------------|--------------------------------------|---------------------|
| ■ Hipótesis escépticas     | ■ Pobreza del estímulo               | ■ Ciencia basura    |
| ■ Navaja de Ockham         | ■ Problema de la clase de referencia | ■ Ciencia holística |
| ■ Problema de la inducción | ■ Problema de la demarcación         | ■ fraude científico |
| ■ Razonamiento inductivo   | ■ Subdeterminación                   | ■ Pseudociencia     |

## Historia, filosofía y sociología

- CUDOS
- Epistemología
- Estudios de la ciencia
- Filosofía de la ciencia
- Historia de la ciencia
- Historia del método científico
- Instrumentalismo
- Método científico y religión
- Sociología del conocimiento científico
- Verdad epistémica

## Referencias

1. <http://www.perseus.tufts.edu/hopper/text?>
2. "Rules for the study of natural philosophy", Newton 1999, pp 794-6, libro 3, *The System of the World*
3. René Descartes. Discurso del método. segundo título o indicación al título principal *Discours de la methode. Pour bien conduire la raison & chercher*
4. *Método* en Diccionario de Filosofía J. Ferrater Mora, Ariel, Barcelona, 1994, ISBN 84-344-0500-8, p. 2402
5. Is human intelligence limited?", Intelligence limited ([http://www.reddit.com/r/askscience/comments/15lje/is\\_human\\_intelligence\\_limited/](http://www.reddit.com/r/askscience/comments/15lje/is_human_intelligence_limited/)) web Reddit, 28 Dec 2012.
6. Aristotle, "Prior Analytics", Hugh Tredennick (trans.), pp. 181–531 in *Aristotle, Volume 1*, Loeb Classical Library, William Heinemann, London, UK, 1938.
7. Peirce (1877), "The Fixation of Belief", *Popular Science Monthly*, v. 12, pp. 1–15. Reprinted often, including (*Collected Papers of Charles Sanders Peirce* v. 5, paragraphs 358–87), (*The Essential Peirce*, v. 1, pp. 109–23). *Peirce.org* Eprint (<http://www.peirce.org/writings/p107.html>). *Wikisource* Eprint.
8. "What one does not in the least doubt one should not pretend to doubt; but a man should train himself to doubt," said Peirce in a brief intellectual autobiography; see Ketner, Kenneth Laine (2009) "Charles Sanders Peirce: Interdisciplinary Scientist" in *The Logic of Interdisciplinarity*). Peirce held that actual, genuine doubt originates externally, usually in surprise, but also that it is to be sought and cultivated, "provided only that it be the weighty and noble metal itself, and no counterfeit nor paper substitute"; in "Issues of Pragmaticism", *The Monist*, v. XV, n. 4, pp. 481–99, see p. 484 (<http://www.archive.org/stream/monistquart15hegeuoft#page/484/mode/1up>), and p. 491 (<http://www.archive.org/stream/monistquart15hegeuoft#page/491/mode/1up>). (Reprinted in *Collected Papers* v. 5, paragraphs 438-63, see 443 and 451).
9. . Brown, C. (2005) Overcoming Barriers to Use of Promising Research Among Elite Middle East Policy Groups, *Journal of Social Behaviour and Personality*, Select Press.
10. Einstein, Albert (1936, 1956) One may say "the eternal mystery of the world is its comprehensibility." From the article "Physics and Reality" (1936), reprinted in *Out of My Later Years* (1956). 'It is one of the great realizations of Immanuel Kant that the setting up of a real external world would be senseless without this comprehensibility.'
11. Hanson, Norwood (1958), *Patterns of Discovery*, Cambridge University Press, ISBN 0-521-05197-5
12. Kuhn, 1962, p. 113 ISBN 978-1-4432-5544-8
13. Feyerabend, Paul K (1960) "Patterns of Discovery" *The Philosophical Review* (1960) vol. 69 (2) pp. 247–252
14. Kuhn, Thomas S., "The Function of Measurement in Modern Physical Science", *ISIS* 52(2), 161–193, 1961.
15. Feyerabend, Paul K., *Against Method, Outline of an Anarchistic Theory of Knowledge*, 1st published, 1975. Reprinted, Verso, London, UK, 1978.
16. \* *Higher Superstition: The Academic Left and Its Quarrels with Science*, The Johns Hopkins University Press, 1997
  - *Fashionable Nonsense: Postmodern Intellectuals' Abuse of Science*, Picador; 1st Picador USA Pbk. Ed edition, 1999
  - *The Sokal Hoax: The Sham That Shook the Academy*, University of Nebraska Press, 2000 ISBN 0-8032-7995-7
  - *A House Built on Sand: Exposing Postmodernist Myths About Science*, Oxford University Press, 2000
  - *Intellectual Impostures*, Economist Books, 2003
17. Dunbar, K., & Fugelsang, J. (2005). Causal thinking in science: How scientists and students interpret the unexpected. In M. E. Gorman, R. D. Tweney, D. Gooding & A. Kincannon (Eds.), *Scientific and Technical Thinking* (pp. 57-79). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
18. Oliver, J.E. (1991) Ch2. of *The incomplete guide to the art of discovery*. New York: NY, Columbia University Press.
19. Taleb contributes a brief description of anti-fragility, [http://www.edge.org/q2011/q11\\_3.html](http://www.edge.org/q2011/q11_3.html)

20. "When we are working intensively, we feel keenly the progress of our work; we are elated when our progress is rapid, we are depressed when it is slow." – the mathematician Pólya, 1957, p. 131 en la sección de 'Heurística moderna'.
21. "La filosofía está escrita en este inconmensurable libro - Me refiero al universo – que se mantiene continuamente abierto a nuestra observación, pero que no puede ser comprendido a no ser que uno aprenda primero a interpretar el idioma e inteligir los símbolos con los que está escrito. Está escrito en el idioma de las matemáticas y sus símbolos son triángulos, círculos y otras figuras geométricas, sin las cuales es humanamente imposible entender una sola palabra de lo que dice; sin éstos, uno simplemente vaga por un oscuro laberinto." – Galileo Galilei, *Il Saggiatore*, 1623, traducido por Stillman Drake en 1957, *Discoveries and Opinions of Galileo* pp. 237–8.
22. Pólya, 1957 segunda ed.
23. George Pólya (1954), *Mathematics and Plausible Reasoning Volume I: Induction and Analogy in Mathematics*,
24. George Pólya (1954), *Mathematics and Plausible Reasoning Volume II: Patterns of Plausible Reasoning*.
25. Pólya, 1957, p. 142
26. Pólya, 1957, p. 144
27. Mackay, 1991 p.100
28. Ver el desarrollo, por generaciones d matemáticos, de la fórmula de Euler para los poliedros, según la documentación de Lakatos, Imre (1976), *Proofs and refutations*, Cambridge: Cambridge University Press, ISBN 0-521-29038-4
29. Lakatos, Imre (Worrall & Zahar, eds. 1976) *Pruebas y refutaciones*, p.55

## Enlaces externos

- Analysis and Synthesis - On Scientific Method based on a Study by Bernhard Riemann (<http://www.swemorph.com/pdf/anaeng-r.pdf>) From the Swedish Morphological Society (<http://www.swemorph.com>)
- Métodos de investigación científica (<http://www.monografias.com/trabajos11/metodos/metodos.shtml#MEJOR>)
- Filosofía del método científico Popper-kuhn-lakatos-feyerabend ([http://philosophyfaculty.ucsd.edu/faculty/wuthrich/teaching/2013\\_145/Lect07\\_PopperEtAl.pdf](http://philosophyfaculty.ucsd.edu/faculty/wuthrich/teaching/2013_145/Lect07_PopperEtAl.pdf))

Obtenido de «[https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Método\\_científico&oldid=99837751](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Método_científico&oldid=99837751)»

Categorías: Método científico | Revolución científica

- 
- Se editó esta página por última vez el 14 jun 2017 a las 04:50.
  - El texto está disponible bajo la Licencia Creative Commons Atribución Compartir Igual 3.0; pueden aplicarse cláusulas adicionales. Al usar este sitio, usted acepta nuestros términos de uso y nuestra política de privacidad.
- Wikipedia® es una marca registrada de la Fundación Wikimedia, Inc., una organización sin ánimo de lucro.