

Maria Cristina Amoretti  
Davide Serpico

# Filosofía de la ciencia: palabras clave



**Alianza** editorial  
El libro de bolsillo

Título original: *Filosofia della scienza: parole chiave*  
Traducción: Miguel Paredes Larrucea

Diseño de colección: Estrada Design  
Diseño de cubierta: Manuel Estrada  
Fotografía de Javier Ayuso

Reservados todos los derechos. El contenido de esta obra está protegido por la Ley, que establece penas de prisión y/o multas, además de las correspondientes indemnizaciones por daños y perjuicios, para quienes reprodujeran, plagiaran, distribuyeren o comunicaren públicamente, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica, o su transformación, interpretación o ejecución artística fijada en cualquier tipo de soporte o comunicada a través de cualquier medio, sin la preceptiva autorización.



© 2022 by Carocci editore Roma  
© de la traducción: Miguel Paredes Larrucea, 2024  
© Alianza Editorial, S. A., Madrid, 2024  
Calle Valentín Beato, 21  
28037 Madrid  
[www.alianzaeditorial.es](http://www.alianzaeditorial.es)

ISBN: 978-84-1148-554-8  
Depósito legal: M. 52-2024  
Printed in Spain

Si quiere recibir información periódica sobre las novedades de Alianza Editorial, envíe un correo electrónico a la dirección: [alianzaeditorial@anaya.es](mailto:alianzaeditorial@anaya.es)

# Índice

9	Introducción
13	1. Ciencia y pseudociencia
20	2. Unidad de la ciencia
28	3. Reduccionismo y antirreduccionismo
35	4. Teoría y observación
43	5. Modelos y experimentos
50	6. Razonamiento científico
59	7. El problema de la inducción
66	8. Confirmación
72	9. Probabilidad
78	10. Falsacionismo
86	11. Descubrimiento y justificación
94	12. Subdeterminación
102	13. Realismo y antirrealismo
111	14. El modelo de cobertura legal
121	15. Explicación científica
127	16. Leyes
134	17. Géneros naturales
142	18. Valores
150	19. Cambio científico
158	20. Feminismos
165	Bibliografía



# Introducción

En la práctica científica hay muchas cuestiones de tipo conceptual que pueden beneficiarse de una «mirada filosófica» específica. De hecho, mientras que las diversas ciencias analizan el mundo cada vez más en detalle, la filosofía de la ciencia mantiene en cambio una visión de conjunto, pudiendo así centrarse en temas de carácter general, a menudo implícitos o no adecuadamente problematizados en la práctica científica.

Por ejemplo: ¿cuáles son los mejores instrumentos para recoger los datos? ¿Qué se considera evidencia? ¿Hay evidencias mejores que otras? ¿Es cierto que si se sigue repitiendo un experimento en las mismas condiciones se obtendrán siempre los mismos resultados? ¿Hasta qué punto se pueden generalizar los resultados de un determinado experimento? Los conceptos utilizados por las diversas ciencias (por ejemplo, conciencia, inteligencia, especie o enfermedad) ¿están definidos con

suficiente claridad? ¿La estructura social de la empresa científica puede tener repercusiones para los resultados de la ciencia? ¿Hasta qué punto la empresa científica está influida por consideraciones éticas, políticas o religiosas? ¿Cuáles son las consecuencias sociales de ciertos descubrimientos científicos? ¿Cuál es el origen histórico de ciertas áreas de investigación y cómo puede influir este origen en los métodos y resultados del trabajo científico?

Aunque la filosofía de la ciencia es un campo tan heterogéneo como la ciencia misma, generalmente se considera que una deficiente comprensión de ciertas cuestiones puede impedir el progreso de la ciencia y tener consecuencias negativas para la sociedad en su conjunto. La posibilidad misma de detectar la presencia de estas cuestiones dista mucho de ser obvia, ya que requiere herramientas conceptuales y conocimientos que nos permitan comparar y conectar diferentes áreas de investigación, así como comprender sus dimensiones históricas y sociales. La filosófica y la científica son por tanto dos perspectivas complementarias e igualmente necesarias.

El volumen está organizado en torno a una veintena de palabras o conceptos clave de la filosofía de la ciencia, de manera que permite una lectura independiente de los distintos capítulos, al tiempo que proporciona múltiples referencias cruzadas entre ellos. El enfoque temático por el que hemos optado necesariamente deja en segundo plano la evolución histórica de la filosofía de la ciencia, pero creemos que puede ser útil para comprender cuáles son los principales temas que caracterizan el debate epistemológico contemporáneo. Sin embargo, existen en

castellano<sup>1</sup> algunas introducciones completas a la filosofía de la ciencia, a las que remitimos al lector que desee profundizar en este campo (Losee, 1972; Okasha, 2002; Geymonat, 2006; Mosterín, 2010; Hull, 2011; Suárez, 2019; Hempel, 2021).

Queremos dar las gracias a Francesco Bianchini, Andrea Borghini, Elena Casetta, Clara Fossati, Marcello Frixione, Samuele Iaquinto, Paolo Labinaz, Elisabetta Lalumera, Matteo Morganti y Daniele Porello por la lectura y comentario de anteriores versiones del libro y por sus útiles y valiosas sugerencias. Se sobreentiende que cualquier error o deficiencia es de nuestra entera responsabilidad. Gracias también a Marta Paparella de Omnibook por el fundamental trabajo editorial. Finalmente, un agradecimiento particularmente sincero a Gianluca Mori por haber creído desde el principio en este trabajo.

1. Nos hemos permitido sustituir la bibliografía en italiano del original por una bibliografía en español. [*N. del T.*]



# 1. Ciencia y pseudociencia

Todos tenemos una idea general de lo que es la ciencia, o al menos creemos poder distinguir entre disciplinas científicas y no científicas. Intuitivamente pueden contarse entre las ciencias disciplinas como la física, la química, la biología, las neurociencias, la psicología y la sociología, mientras que quedan excluidas el arte, la literatura y la religión. Más complicado resulta, sin embargo, trazar una línea de demarcación entre ciencias y pseudociencias, es decir, disciplinas o teorías que se presentan como científicas, pero que en realidad, por las razones que trataremos de explicar, no lo son. Veamos algunos ejemplos.

La astrología es un conjunto complejo de hipótesis y suposiciones según las cuales la posición y el movimiento de los astros con respecto a la Tierra influyen no solo en la vida y la personalidad de los individuos, sino también en los acontecimientos humanos colectivos. Basándose en el influjo de los astros, los astrólogos y astrólogas

pretenden predecir eventos futuros o explicar los comportamientos y actitudes de las personas. Al tener como finalidad la predicción y explicación de acontecimientos individuales y colectivos, la astrología comparte algunas características típicas de ciencias como la psicología o la sociología. Por otro lado, las predicciones astrológicas tienden a verse confirmadas solo cuando son suficientemente genéricas y vagas, es decir, cuando pueden dar fácilmente cuenta de una amplia gama de eventos diferentes.

La homeopatía es una práctica basada en los principios formulados por Samuel Hahnemann (1755-1843) en la primera mitad del siglo XIX. Entre estos principios se encuentra el de «similitud del fármaco», según el cual una determinada enfermedad puede ser curada por la sustancia que induce síntomas similares. Sin embargo, para ser terapéutica, esta sustancia debe administrarse en cantidades muy diluidas (hasta el punto de que en la dilución la molécula inicial ya no es detectable con los instrumentos de la química), pero «dinamizada» apropiadamente a través de un procedimiento llamado «succusión», que consiste en una o más series de cien sacudidas verticales. Aunque la homeopatía tiene varias características que podrían atribuirse a una disciplina científica, existe mucho desacuerdo sobre su cientificidad, ya que no existen estudios reconocidos capaces de demostrar la superioridad de los remedios homeopáticos sobre el efecto placebo ni de explicar sus mecanismos. Entre otras cosas, no ha sido posible replicar el primer estudio científico que, aparecido con reservas en la revista *Nature* en 1988, afirmaba haber demostrado que

una solución de antisuero convenientemente diluida y dinamizada era biológicamente activa.

El llamado «creacionismo científico» parte de la premisa de que algunos órganos –como el ojo humano o el flagelo de la bacteria– se caracterizan por una «complejidad irreductible», ya que están formados por una serie de elementos estrechamente conectados entre sí. Dado que son estos órganos los que supondrían una ventaja para el organismo, y no sus componentes individuales (que por sí solos no son «funcionales»), estos últimos no podrían haber sido retenidos por la selección natural. Pero en ese caso los órganos en cuestión no podrían haberse formado por selección natural en ausencia de algún *diseño* y, en consecuencia, de algún *diseñador*, a saber, Dios. En los Estados Unidos, los partidarios y simpatizantes del creacionismo científico cuestionan la teoría evolucionista y piden incluir el creacionismo dentro de los currículos escolares como su legítima alternativa.

Estos tres ejemplos se consideran generalmente casos de pseudociencia. Pero ¿cuáles son exactamente las razones que nos permiten considerarlos como tales? Para responder a esta pregunta podemos tratar de definir qué es la ciencia buscando algunos rasgos esenciales de sus diversas disciplinas, es decir, algunas características que sean necesarias y suficientes para identificar todas las ciencias y solamente ellas. De ese modo se podrá identificar una pseudociencia por la falta de una o más de esas características.

Por ejemplo, se podría caracterizar la ciencia como una empresa sistemática que tiene como objetivo cono-

cer el mundo que nos rodea, explicando y prediciendo sus fenómenos. Pero otras disciplinas que no consideraríamos científicas pueden también tener entre sus objetivos el de conocer el mundo o explicar sistemáticamente algunos de sus aspectos (como ocurre en los tres casos mencionados anteriormente). Cabe entonces concebir la ciencia como un conjunto de leyes y teorías, o al menos de modelos explicativos de los diversos fenómenos (cfr. capítulos 4 y 5). Ahora bien, por un lado, la existencia de verdaderas leyes en ciencias como la biología o la psicología es como poco discutible (cfr. capítulo 16), y por otro, incluso disciplinas no científicas pueden caracterizarse por teorías y modelos explicativos, como ocurre en los ejemplos mencionados anteriormente. La ciencia podría describirse también como un intento de aplicar métodos particulares al estudio del mundo. Pero ¿qué métodos? Tratar de referirse al método experimental sería inútil, ya que no es compartido por ciencias como la etnografía o la historia. Finalmente, se podría intentar definir la ciencia como el conjunto de conocimientos compartidos por la comunidad científica; pero entonces sería una definición circular y por tanto de poca utilidad.

Sin buscar una definición explícita de ciencia, muchos filósofos y filósofas intentan sin embargo establecer criterios de demarcación lo más precisos y rigurosos posible entre ciencia y pseudociencia. Según el empirismo lógico, por ejemplo, los enunciados de las diversas ciencias son los únicos que tienen un significado «cognitivo» (en contraposición a significado «emocional») y, por lo tanto, los únicos que son verdaderamente significativos. En efecto, según el llamado «principio de verificación»

el significado de un enunciado consiste en su método de verificación empírica (Schlick, 1936). Este principio, sin embargo, se configura no tanto como un criterio de demarcación sino más bien como un criterio más general de significación, ya que establece que solo los enunciados de contenido empírico (enunciados sintéticos, como «Pablo es soltero») o lógico (enunciados analíticos, como «los solteros son hombres adultos no casados» o «Pablo es soltero o no es soltero») están dotados de significado efectivo. Karl R. Popper (1902-1994) argumenta en cambio que lo que diferencia a la ciencia de la pseudociencia es el hecho de formular hipótesis y teorías que son falsables (Popper, 1962), es decir, abiertas a la posibilidad de descubrir que son falsas porque *no* son compatibles con la experiencia. Específicamente, una teoría es falsable, y por lo tanto científica, si hace predicciones que pueden contrastarse con la experiencia y eventualmente ser refutadas. Con arreglo a este criterio es posible clasificar como pseudocientíficos los tres casos descritos anteriormente. La astrología, por ejemplo, formula predicciones compatibles con cualquier experiencia y por tanto no falsables, al menos en principio. Las explicaciones astrológicas son además suficientemente flexibles como para resistir frente a múltiples contraejemplos: si una predicción no se cumple, bastaría con argüir que no se está ante una ciencia exacta o que algunos hechos son simplemente más probables que otros.

Aunque el criterio de demarcación popperiano es intuitivamente plausible, se ha señalado que es demasiado simplista y restrictivo: muchas hipótesis y teorías científicas

ficas genuinas deberían entonces ser excluidas del ámbito de las ciencias, ya que chocan con al menos alguna evidencia observacional.

Aunque se han propuesto muchos criterios de demarcación, ninguno de ellos está completamente exento de contraejemplos (Laudan, 1983). En efecto, por lo dicho sobre la definición de ciencia, parece difícil encontrar alguna característica necesaria y suficiente que sea común a todas las disciplinas o teorías científicas y solamente a ellas. Buscar la «esencia» de la ciencia subestima el hecho de que nos hallamos ante numerosas disciplinas heterogéneas que, además de presentar intersecciones continuas y puntos de contacto precisos, exhiben también contenidos, problemas y métodos diversos y específicos.

Siguiendo a Ludwig Wittgenstein (1953), se puede argumentar por tanto que para el concepto de «ciencia» —como ocurre con muchos otros conceptos, por ejemplo, el de «juicio»— no es posible formular definiciones en términos de condiciones necesarias y suficientes, sino que es más bien necesario establecer una red de «parecidos de familia». Consideremos los miembros de una familia: es claro que no todos comparten las mismas características (no todos tienen la misma nariz, ni los mismos ojos, ni el mismo color de cabello, etc.), pero compartirán una red de parecidos que permite circunscribir a la familia en cuestión.

En el caso de la ciencia cabe hacer un razonamiento similar: aunque las diversas ciencias no comparten todas ellas las mismas características, sin embargo están unidas por una red de semejanzas que permite reconocerlas como tales y diferenciarlas de lo que no es ciencia. Por

ejemplo, las siguientes características son comunes a muchas ciencias, aunque ningún subconjunto de ellas es necesario o suficiente para definir la ciencia: sistematicidad, capacidad de explicar y predecir los fenómenos, presencia de generalizaciones legiformes y teorías, uso del método experimental, repetibilidad de los experimentos, revisabilidad de los resultados, intersubjetividad, actitud crítica, control entre pares.

De la misma manera se puede intentar calificar la pseudociencia. Bradley Monton (2013), por ejemplo, señala las siguientes propiedades: tendencia a invocar hipótesis *ad hoc* (es decir, hipótesis que tienen el único propósito de explicar un hecho contrario) o a descuidar observaciones y experimentos para evitar la falsación, traslado de la carga de la prueba a los escépticos, no repetibilidad de los experimentos, confianza en la autoridad o en pruebas anecdóticas, rechazo de la revisión por pares, falta de conexión con el conocimiento científico existente, uso de una jerga «impresionante». Pero incluso en este caso, ninguna propiedad ni la suma de ellas es necesaria o suficiente para definir la pseudociencia.

## 2. Unidad de la ciencia

Si tratamos de hacer una clasificación de las diversas ciencias se da uno inmediatamente cuenta de que la cuestión no es nada sencilla. Intuitivamente hay una clara diferencia entre la física elemental, que investiga los niveles fundamentales de la realidad, y la sociología, que investiga los grupos de seres humanos; sin embargo, no es trivial hacer explícita la diferencia. De entrada, podría ser útil hacer una primera clasificación basándose en la separación entre las distintas facultades universitarias. Por un lado, disciplinas como la física, la astronomía, la química, la geología, la biología, las neurociencias, la ecología, la informática o las matemáticas, que se estudian en las facultades científicas; por otro, disciplinas como la política, la economía, el derecho, la lingüística, la antropología, la psicología, la pedagogía, la sociología, que se estudian en las facultades sociopolíticas; y la filosofía, la literatura, la historia y la crítica del arte y de la música,

que se estudian en las facultades de humanidades. Sin embargo, se trata de distinciones dictadas principalmente por la tradición. De hecho, las matemáticas y la informática no pueden considerarse ciencias naturales: mientras que las primeras son una ciencia formal, la segunda parece configurarse mejor como una ciencia aplicada. La antropología también podría considerarse una ciencia humana o natural, y la historia una ciencia social. ¿Qué decir de disciplinas como la medicina o la psiquiatría? ¿O la arquitectura y la ingeniería? Aunque a menudo se las considera ciencias aplicadas, el debate sigue abierto.

En general, la clasificación de las disciplinas científicas depende de muchos factores, entre ellos consideraciones históricas, sociológicas y metodológicas. Por ejemplo, puede depender del momento o de las circunstancias en que se originó la disciplina, de cómo esté considerada dentro de una sociedad o en el contexto universitario, o bien de las metodologías adoptadas (cualitativas, como la entrevista en sociología, o cuantitativas, como el análisis estadístico en biología). Sin embargo, en muchos casos no es posible establecer distinciones claras entre las diversas disciplinas científicas. Por lo tanto, debemos preguntarnos si llegar a algún tipo de clasificación es realmente un objetivo interesante.

Según algunos filósofos y filósofas, sería necesario subdividir las disciplinas científicas en al menos dos grandes macrocategorías, las ciencias naturales por un lado y las ciencias histórico-sociales por otro, por considerar que hay diferencias sustanciales entre ellas. Las ciencias naturales investigarían objetos físicos, las ciencias históri-

cas y sociales, agentes intencionales; las primeras adoptarían un enfoque cuantitativo y nomotético (es decir, basado en leyes de alcance general), las segundas, un enfoque cualitativo e ideográfico (es decir, basado en las singularidades); las primeras intentarían explicar y predecir los fenómenos, las segundas, interpretarlos. En la dirección de contraponer las ciencias naturales a las histórico-sociales se han alineado filósofos como Wilhelm Dilthey (1833-1911), Wilhelm Windelband (1848-1915) y Max Weber (1864-1929); en la misma línea se mueve también una corriente filosófica como la hermenéutica. En tiempos relativamente recientes, la distinción entre estas dos macrocategorías fue retomada por un influyente ensayo de Charles P. Snow (1959), en el que el autor habla de dos «culturas», la humanista y la científica, que serían incapaces de comunicarse entre sí de manera fructífera, con el riesgo de socavar la posibilidad de resolver problemas globales que requieren una colaboración más abierta. Aunque, como admite el propio Snow, esta lectura simplifica mucho la realidad de los hechos, sin embargo capta una fractura difícil de negar.

Por otro lado, hay quienes han rechazado la idea de cualquier fractura entre las ciencias naturales y las histórico-sociales y, más en general, entre las diversas ciencias, alegando que las diferencias son solo superficiales. En último término, según ellos, todas las ciencias podrían –en un sentido aún por especificar– ser unificables. Se trata de una idea de raíces lejanas, pero que se ha visto apoyada sobre todo a mediados del siglo XX por el neopositivismo o empirismo lógico. Repasemos brevemente la historia.

Ya los filósofos griegos propusieron numerosas representaciones del mundo en términos de unos pocos y simples constituyentes fundamentales: el agua de Tales, la sustancia estática de Parménides, el flujo del devenir de Heráclito, los cuatro elementos de Empédocles, los átomos de Demócrito, los números de Pitágoras, las formas de Platón o las categorías de Aristóteles. Dando un gran salto en el tiempo, durante la revolución científica del siglo XVII, filósofos naturales como Francis Bacon (1561-1626), Galileo Galilei (1564-1642) e Isaac Newton (1642-1726) defendieron la unidad de la ciencia a través de la definición de un único método privilegiado (el inductivo), así como de conceptos y leyes comunes. La fe en la unidad de la ciencia, junto con la universalidad de la razón humana, caracteriza también la Ilustración europea, de la que es expresión el enciclopedismo de Denis Diderot (1713-1784) y Jean-Baptiste Le Rond d'Alembert (1717-1783), editores de la *Encyclopédie, ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers* (1751-72). También para Auguste Comte (1798-1857), padre del positivismo y fundador de la sociología, todas las ciencias comparten el mismo método, independientemente de su objeto de estudio (objetos inanimados, animales no humanos, seres humanos y sus acciones); la diferencia radicaría únicamente en el diferente grado de madurez alcanzado (las ciencias naturales, en su opinión, habrían alcanzado un mayor nivel de madurez que las histórico-sociales). Como ya se ha dicho, en el siglo XX el ideal de la unidad de la ciencia fue explícitamente abrazado por el empirismo lógico. Mientras que Rudolf Carnap (1891-1970), por ejemplo, persigue la unidad de la cien-

cia a través de un modelo piramidal en el que las ciencias podrían estar idealmente dispuestas en diferentes «niveles», desde el «más alto» (sociología, psicología...) hasta el «más bajo» (...biología, química, física) con la física como ciencia fundamental (Carnap, 1928), Otto Neurath (1882-1945) busca en cambio la unidad a través de un modelo enciclopédico (Neurath, 1931).

Cuando se habla de la unidad de la ciencia, se puede estar haciendo referencia a cosas diferentes, según los elementos que se quiera unificar: se puede pensar en unificar diferentes disciplinas científicas (por ejemplo, la biología y la química o la química y la física), o bien la teorías o modelos que distinguen a esas disciplinas (por ejemplo, la termodinámica y la mecánica estadística), o incluso los objetos de los que hablan las diversas disciplinas (por ejemplo, la célula y las moléculas que la componen). Obviamente, las diferentes formas en que se puede entender la unidad de la ciencia no son mutuamente excluyentes; tanto es así que a menudo se persiguen en su totalidad. Sin embargo, es necesario precisar que la unidad de la ciencia se puede declinar tanto en sentido ontológico como en sentido epistemológico. Pero ¿qué se entiende por ontología y epistemología?

«Ontología» se refiere a la investigación de lo existente, de lo que constituye el mobiliario de nuestro mundo. En ese contexto, cabe preguntarse por la existencia de objetos particulares; por ejemplo, las partículas subatómicas, las especies animales, las enfermedades ¿existen o son simplemente etiquetas útiles con fines explicativos y predictivos? Por «epistemología» entendemos en cambio la investigación acerca de la naturaleza, posibilidad y

alcance de nuestro conocimiento. ¿Qué es el *conocimiento*? ¿Cómo llegamos a conocer el mundo? ¿Es posible conocer el mundo o hay límites a nuestro alcance cognoscitivo? Perseguir la unidad de la ciencia en sentido epistemológico significa centrarse en aspectos relacionados con el conocimiento, como la explicación: ¿es posible explicar disciplinas, teorías y modelos de un nivel «superior» a partir de disciplinas, teorías y modelos de nivel «inferior»? Por otro lado, perseguir la unidad de la ciencia en sentido ontológico significa centrarse en los objetos del discurso de las diversas teorías: ¿es posible caracterizar los objetos de un nivel «superior» a partir de los objetos de un nivel «inferior»?

Una de las defensas más famosas y debatidas de la unidad de la ciencia la protagonizaron Paul Oppenheim (1885-1977) e Hilary Putnam (1926-2016), para quienes la unidad de la ciencia puede lograrse, tanto en el plano ontológico como en el epistemológico, a través de un modelo basado en la relación parte-todo entre los objetos de los que hablan las diversas disciplinas. Oppenheim y Putnam (1958) identifican seis niveles en particular, sobre la base de lo que son los principales universos del discurso de las diversas ciencias, desde el «más alto» hasta el «más bajo»: grupos sociales, seres vivos pluricelulares, células, moléculas, átomos, partículas elementales. La idea es que los objetos que caracterizan el nivel «más alto» están formados por los objetos que caracterizan el nivel inmediatamente «inferior», y así sucesivamente, hasta llegar al nivel fundamental: los grupos sociales están formados por individuos, es decir, seres vivos pluricelulares, que a su vez se componen de células, que a su