

Carl G. Hempel

# Filosofía de la ciencia natural



**Alianza** editorial  
El libro de bolsillo

Título original: *Philosophy of Natural Science* Original  
English language edition published by Prentice Hall,  
Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, U.S.A.  
Traducción de Alfredo Deaño

Primera edición: 1973  
Tercera edición: 2021

Diseño de colección: Estudio de Manuel Estrada con la colaboración de Roberto  
Turégano y Lynda Bozarth  
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 reprodujeren, plagieren, 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.



© 1966 by Prentice Hall  
© Alianza Editorial, S. A., Madrid, 1973, 2021  
Calle Juan Ignacio Luca de Tena, 15  
28027 Madrid  
[www.alianzaeditorial.es](http://www.alianzaeditorial.es)

ISBN: 978-84-1362-569-0  
Depósito legal: M. 25.702-2021  
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)

*A Pete, Andrew  
y Toby Anne*



# Índice

11	Prefacio
13	1. Alcance y propósito de este libro
17	2. La investigación científica: invención y contrastación
48	3. La contrastación de una hipótesis: su lógica y su fuerza
75	4. Criterios de confirmación y aceptabilidad
102	5. Las leyes y su papel en la explicación científica
147	6. Las teorías y la explicación teórica
175	7. Formación de los conceptos
207	8. La reducción teórica
227	Para continuar leyendo
231	Índice analítico



# Prefacio

Este libro brinda una introducción a algunos de los temas centrales de la metodología y filosofía contemporáneas de la ciencia natural. Para tratar de ceñirme a las limitaciones de espacio he decidido ocuparme con algún detalle de un número restringido de cuestiones importantes, en lugar de intentar hacer un estudio esquemático de un conjunto más amplio de problemas. Aunque el libro tiene carácter elemental, he procurado evitar la simplificación engañosa, y he planteado en él varias cuestiones no resueltas que son tema corriente de investigación y discusión.

Los lectores que deseen estudiar de un modo más completo las cuestiones examinadas aquí o familiarizarse con otras áreas de problemas dentro de la filosofía de la ciencia encontrarán, en la breve bibliografía que figura al final del volumen, sugerencias para ulteriores lecturas.

Una parte sustancial de este libro fue escrita en 1964, durante los últimos meses de un año que pasé como *Fellow* en el *Center for Advanced Study in the Behavioral Sciences* (Centro de Estudios Avanzados en Ciencias del Comportamiento). Me complace expresar mi agradecimiento por esa oportunidad que se me ofreció.

Finalmente, quiero dar también las gracias a los editores de esta serie, Elizabeth y Monroe Beardsley, por sus valiosos consejos, y a Jerome B. Neu por su eficiente ayuda en la lectura de las pruebas y en la preparación del índice de nombres y temas.

Carl G. Hempel

# 1. Alcance y propósito de este libro

Las diferentes ramas de la investigación científica se pueden dividir en dos grupos fundamentales: las ciencias empíricas y las ciencias no empíricas. Las primeras pretenden explorar, describir, explicar y predecir los acontecimientos que tienen lugar en el mundo en que vivimos. Sus enunciados, por tanto, deben confrontarse con los hechos de nuestra experiencia, y sólo son aceptables si están convenientemente apoyados en una base empírica. Este apoyo empírico se consigue de muchas maneras diferentes: mediante la experimentación, mediante la observación sistemática, mediante entrevistas o estudios, mediante pruebas psicológicas o clínicas, mediante el examen cuidadoso de documentos, inscripciones, monedas, restos arqueológicos, etc. Esta dependencia de una base empírica distingue a las ciencias empíricas de las disciplinas no empíricas, la lógica y la matemática pura, cuyas proposiciones se demuestran sin referencia esencial a los datos empíricos.

A las ciencias empíricas, a su vez, se las divide frecuentemente en ciencias naturales y ciencias sociales. El criterio en virtud del cual se hace esta división es mucho menos claro que el que permite distinguir la investigación empírica de la no empírica, y no existe acuerdo general sobre cuál es el lugar por donde ha de trazarse la línea divisoria. Por lo general se entiende que las ciencias naturales abarcan la física, la química, la biología y sus zonas limítrofes; se supone que las ciencias sociales comprenden la sociología, la ciencia política, la antropología, la economía, la historiografía y las disciplinas relacionadas con ellas. A la psicología se la incluye a veces en un campo, a veces en otro, y con cierta frecuencia se afirma que se superpone a ambos.

En esta serie de libros\*, la filosofía de las ciencias naturales y la de las ciencias sociales aparecen tratadas en volúmenes diferentes. Esta separación de temas servirá para permitir un más adecuado examen del vasto campo de la filosofía de la ciencia; al hacerla no se prejuzga la cuestión de si la división tiene también un significado sistemático, es decir, de si las ciencias naturales difieren fundamentalmente de las ciencias sociales en tema, objetivos, métodos o presupuestos. Que existen tales diferencias básicas entre esos vastos campos se ha afirmado a menudo, y sobre la base de diversos criterios interesantes. El examen cabal de esas afirmaciones requiere un cuidadoso análisis tanto de las ciencias sociales como de las naturales, y en ese sentido desborda los límites de

\* El autor se refiere a la «Foundations of Philosophy Series», Prentice-Hall, a la que pertenece el presente libro. (*N. del E.*)

este pequeño volumen. Sin embargo, nuestro estudio arrojará alguna luz sobre el tema. En efecto: de cuando en cuando, en nuestra exploración de la filosofía de las ciencias naturales tendremos ocasión de lanzar una mirada comparativa a las ciencias sociales, y veremos que muchos de nuestros resultados relativos a los métodos y a la estrategia de la investigación científica se aplican a las ciencias sociales tanto como a las ciencias naturales. Las palabras «ciencias» y «científico» serán, por tanto, utilizadas para hacer referencia a todo el ámbito de la ciencia empírica; cualificaremos, sin embargo, nuestras afirmaciones siempre que la claridad así lo exija.

Sin duda alguna, el alto prestigio de que la ciencia goza hoy ha de atribuirse en gran medida a sus resonantes éxitos y al alcance cada vez mayor de sus aplicaciones. Muchas ramas de la ciencia empírica han sentado las bases para que, asociadas a ellas, surjan tecnologías. Esas tecnologías aplican los resultados obtenidos por la ciencia, y, a su vez, proporcionan a la investigación pura o básica nuevos datos, nuevos problemas y nuevos instrumentos de trabajo.

Pero, aparte de ayudar al hombre en su esfuerzo por controlar su medio, la ciencia responde a otra exigencia, desinteresada, pero no menos profunda y persistente: a saber, su deseo de adquirir un conocimiento cada vez más amplio y una comprensión cada vez más profunda del mundo en que vive. En los capítulos que siguen veremos cómo se alcanzan estos objetivos fundamentales de la investigación científica. Estudiaremos cómo se llega al conocimiento científico, cómo se fundamenta éste y cómo cambia; estudiaremos también cómo la ciencia ex-

plica los hechos empíricos y qué tipo de comprensión de las cosas nos proporcionan sus explicaciones; y, en el curso de estas discusiones, tocaremos algunos problemas más generales, concernientes a los presupuestos y los límites de la investigación científica, del conocimiento científico y de la comprensión científica de las cosas.

## 2. La investigación científica: invención y contrastación

### 1. Un caso histórico a modo de ejemplo

Como simple ilustración de algunos aspectos importantes de la investigación científica, parémonos a considerar los trabajos de Semmelweis en relación con la fiebre puerperal. Ignaz Semmelweis, un médico de origen húngaro, realizó esos trabajos entre 1844 y 1845 en el Hospital General de Viena. Como miembro de equipo médico de la Primera División de Maternidad del hospital, Semmelweis se sentía angustiado al ver que una gran proporción de las mujeres que habían dado a luz en esa división contraía una seria y con frecuencia fatal enfermedad conocida como fiebre puerperal o fiebre de postparto. En 1844, hasta 260, de un total de 3.157 madres de la División Primera –un 8,2 %–, murieron de esa enfermedad; en 1845, el índice de muertes era del 6,8 %, y en 1846, del 11,4. Estas cifras eran sumamente alarmantes,

porque en la adyacente Segunda División de Maternidad del mismo hospital, en la que se hallaban instaladas casi tantas mujeres como en la Primera, el porcentaje de muertes por fiebre puerperal era mucho más bajo: 2,3, 2,0 y 2,7 en los mismos años. En un libro que escribió más tarde sobre las causas y la prevención de la fiebre puerperal, Semmelweis relata sus esfuerzos por resolver este terrible rompecabezas<sup>1</sup>.

Semmelweis empezó por examinar varias explicaciones del fenómeno corrientes en la época; rechazó algunas que se mostraban incompatibles con hechos bien establecidos; a otras las sometió a contrastación.

Una opinión ampliamente aceptada atribuía las olas de fiebre puerperal a «influencias epidémicas», que se describían vagamente como «cambios atmosférico-cósmico-telúricos», que se extendían por distritos enteros y producían la fiebre puerperal en mujeres que se hallaban de postparto. Pero ¿cómo –argüía Semmelweis– podían esas influencias haber infestado durante años la División Primera y haber respetado la Segunda? Y ¿cómo podía hacerse compatible esta concepción con el hecho de que mientras la fiebre asolaba el hospital, apenas se producía caso alguno en la ciudad de Viena o sus alrededores?

1. El relato de la labor desarrollada por Semmelweis y de las dificultades con que tropezó constituye una página fascinante de la historia de la medicina. Un estudio detallado, que incluye traducciones y paráfrasis de grandes partes de los escritos de Semmelweis, se puede encontrar en el libro de W. J. Sinclair *Semmelweis: His Life and His Doctrine* (Manchester, Manchester University Press, 1909). Las breves frases citadas en este capítulo están tomadas de esta obra. Los hitos fundamentales en la carrera de Semmelweis están recogidos en el primer capítulo del libro de P. de Kruif *Men Against Death* (Nueva York: Harcourt, Brace & World, Inc., 1932).

Una epidemia de verdad, como el cólera, no sería tan selectiva. Finalmente, Semmelweis señala que algunas de las mujeres internadas en la División Primera que vivían lejos del hospital se habían visto sorprendidas por los dolores de parto cuando iban de camino, y habían dado a luz en la calle; sin embargo, a pesar de estas condiciones adversas, el porcentaje de muertes por fiebre puerperal entre estos casos de «parto callejero» era más bajo que el de la División Primera.

Según otra opinión, una causa de mortandad en la División Primera era el hacinamiento. Pero Semmelweis señala que de hecho el hacinamiento era mayor en la División Segunda, en parte como consecuencia de los esfuerzos desesperados de las pacientes para evitar que las ingresaran en la tristemente célebre División Primera. Semmelweis descartó asimismo dos conjeturas similares haciendo notar que no había diferencias entre las dos divisiones en lo que se refería a la dieta y al cuidado general de las pacientes.

En 1846, una comisión designada para investigar el asunto atribuyó la frecuencia de la enfermedad en la División Primera a las lesiones producidas por los reconocimientos poco cuidadosos a que sometían a las pacientes los estudiantes de medicina, todos los cuales realizaban sus prácticas de obstetricia en esta División. Semmelweis señala, para refutar esta opinión, que (a) las lesiones producidas naturalmente en el proceso del parto son mucho mayores que las que pudiera producir un examen poco cuidadoso; (b) las comadronas que recibían enseñanzas en la División Segunda reconocían a sus pacientes de modo muy análogo, sin por ello producir

los mismos efectos; (c) cuando, respondiendo al informe de la comisión, se redujo a la mitad el número de estudiantes y se restringió al mínimo el reconocimiento de las mujeres por parte de ellos, la mortalidad, después de un breve descenso, alcanzó sus cotas más altas.

Se acudió a varias explicaciones psicológicas. Una de ellas hacía notar que la División Primera estaba organizada de tal modo que un sacerdote que portaba los últimos auxilios a una moribunda tenía que pasar por cinco salas antes de llegar a la enfermería: se sostenía que la aparición del sacerdote, precedido por un acólito que hacía sonar una campanilla, producía un efecto terrorífico y debilitante en las pacientes de las salas y las hacía así más propicias a contraer la fiebre puerperal. En la División Segunda no se daba este factor adverso, porque el sacerdote tenía acceso directo a la enfermería. Semmelweis decidió someter a prueba esta suposición. Convenció al sacerdote de que debía dar un rodeo y suprimir el toque de campanilla para conseguir que llegara a la habitación de la enferma en silencio y sin ser observado. Pero la mortalidad no decreció en la División Primera.

A Semmelweis se le ocurrió una nueva idea: las mujeres, en la División Primera, yacían de espaldas; en la Segunda, de lado. Aunque esta circunstancia le parecía irrelevante, decidió, aferrándose a un clavo ardiendo, probar a ver si la diferencia de posición resultaba significativa. Hizo, pues, que las mujeres internadas en la División Primera se acostaran de lado, pero, una vez más, la mortalidad continuó.

Finalmente, en 1847, la casualidad dio a Semmelweis la clave para la solución del problema. Un colega suyo,

Kolletschka, recibió una herida penetrante en un dedo, producida por el escalpelo de un estudiante con el que estaba realizando una autopsia, y murió después de una agonía durante la cual mostró los mismos síntomas que Semmelweis había observado en las víctimas de la fiebre puerperal. Aunque por esa época no se había descubierto todavía el papel de los microorganismos en ese tipo de infecciones, Semmelweis comprendió que la «materia cadavérica» que el escalpelo del estudiante había introducido en la corriente sanguínea de Kolletschka había sido la causa de la fatal enfermedad de su colega, y las semejanzas entre el curso de la dolencia de Kolletschka y el de las mujeres de su clínica llevó a Semmelweis a la conclusión de que sus pacientes habían muerto por un envenenamiento de la sangre del mismo tipo: él, sus colegas y los estudiantes de medicina habían sido los portadores de la materia infecciosa, porque él y su equipo solían llegar a las salas inmediatamente después de realizar disecciones en la sala de autopsias, y reconocían a las parturientas después de haberse lavado las manos sólo de un modo superficial, de modo que éstas conservaban a menudo un característico olor a suciedad.

Una vez más, Semmelweis puso a prueba esta posibilidad. Argumentaba que si la suposición fuera correcta, entonces se podría prevenir la fiebre puerperal destruyendo químicamente el material infeccioso adherido a las manos. Dictó, por tanto, una orden por la que se exigía a todos los estudiantes de medicina que se lavaran las manos con una solución de cal clorada antes de empezar a reconocer a ninguna enferma. La mortalidad puerperal comenzó a decrecer, y en el año 1848 descendió hasta el

1,27 % en la División Primera, frente al 1,33 de la Segunda.

En apoyo de su idea, o, como también diremos, de su *hipótesis*, Semmelweis hace notar además que con ella se explica el hecho de que la mortalidad en la División Segunda fuera mucho más baja: en ésta las pacientes estaban atendidas por comadronas, en cuya preparación no estaban incluidas las prácticas de anatomía mediante la disección de cadáveres.

La hipótesis explicaba también el hecho de que la mortalidad fuera menor entre los casos de «parto callejero»: a las mujeres que llegaban con el niño en brazos casi nunca se las sometía a reconocimiento después de su ingreso, y de este modo tenían mayores posibilidades de escapar a la infección.

Asimismo, la hipótesis daba cuenta del hecho de que todos los recién nacidos que habían contraído la fiebre puerperal fueran hijos de madres que habían contraído la enfermedad durante el parto; porque en ese caso la infección se le podía transmitir al niño antes de su nacimiento, a través de la corriente sanguínea común de madre e hijo, lo cual, en cambio, resultaba imposible cuando la madre estaba sana.

Posteriores experiencias clínicas llevaron pronto a Semmelweis a ampliar su hipótesis. En una ocasión, por ejemplo, él y sus colaboradores, después de haberse desinfectado cuidadosamente las manos, examinaron primero a una parturienta aquejada de cáncer cervical ulcerado; procedieron luego a examinar a otras doce mujeres de la misma sala, después de un lavado rutinario, sin desinfectarse de nuevo. Once de las doce pacientes murie-

ron de fiebre puerperal. Semmelweis llegó a la conclusión de que la fiebre puerperal podía ser producida no sólo por materia cadavérica, sino también por «materia pútrida procedente de organismos vivos».

## 2. Etapas fundamentales en la contrastación de una hipótesis

Hemos visto cómo, en su intento de encontrar la causa de la fiebre puerperal, Semmelweis sometió a examen varias hipótesis que le habían sido sugeridas como respuestas posibles. Cómo se llega en un principio a esas hipótesis es una cuestión compleja que estudiaremos más adelante. Antes de eso, sin embargo, veamos cómo, una vez propuesta, se contrasta una hipótesis.

Hay ocasiones en que el procedimiento es simplemente directo. Pensemos en las suposiciones según las cuales las diferencias en el número de enfermos, o en la dieta, o en los cuidados generales, explicaban las diferencias en la mortalidad entre las dos divisiones. Como señala Semmelweis, esas hipótesis están en conflicto con hechos fácilmente observables. No existen esas diferencias entre las dos divisiones; las hipótesis, por tanto, han de ser rechazadas como falsas.

Pero lo normal es que la contrastación sea menos simple y directa. Tomemos la hipótesis que atribuye el alto índice de mortalidad en la División Primera al terror producido por la aparición del sacerdote con su acólito. La intensidad de ese terror, y especialmente sus efectos sobre la fiebre puerperal, no son tan directamente iden-

tificables como las diferencias en el número de enfermos o en la dieta, y Semmelweis utiliza un método indirecto de contrastación. Se pregunta a sí mismo: ¿Qué efectos observables –si los hay– se producirían en el caso de que la hipótesis fuera verdadera? Y argumenta: *si* la hipótesis fuese verdadera, *entonces* un cambio apropiado en los procedimientos del sacerdote iría seguido de un descenso en la mortalidad. Comprueba mediante un experimento muy simple si se da esta implicación; se encuentra con que es falsa, y, en consecuencia, rechaza la hipótesis.

De modo similar, para contrastar la conjetura relativa a la posición de las mujeres durante el parto, razona del siguiente modo: *si* la conjetura fuese verdadera, *entonces* la adopción, en la División Primera, de la posición lateral reduciría la mortalidad. Una vez más, la experimentación muestra que la implicación es falsa, y se descarta la conjetura.

En los dos últimos casos, la contrastación está basada en un razonamiento que consiste en decir que *si* la hipótesis considerada, llamémosle  $H$ , es verdadera, *entonces* se producirán, en circunstancias especificadas (por ejemplo, si el sacerdote deja de atravesar las salas, o si las mujeres adoptan la posición de lado), ciertos sucesos observables (por ejemplo, un descenso en la mortalidad); en pocas palabras, si  $H$  es verdadera, entonces también lo es  $I$ , donde  $I$  es un enunciado que describe los hechos observables que se espera se produzcan. Convengamos en decir que  $I$  se infiere de, o está implicado por,  $H$ ; y llamemos a  $I$  una *implicación contrastadora de la hipótesis  $H$* . (Más adelante daremos una descripción más cuidadosa de la relación entre  $I$  y  $H$ .)

En nuestros dos últimos ejemplos, los experimentos mostraban que la implicación contrastadora era falsa, y, de acuerdo con ello, se rechazaba la hipótesis. El razonamiento que llevaba a ese rechazo podría esquematizarse del siguiente modo:

Si  $H$  es verdadera, entonces también lo es  $I$ .  
2a] Pero (como se muestra empíricamente)  $I$  no es verdadera.  

---

 $H$  no es verdadera.

Toda inferencia de esta forma, llamada en lógica *modus tollens*<sup>2</sup>, es deductivamente válida; es decir, que si sus premisas (los enunciados escritos encima de la línea horizontal) son verdaderas, entonces su conclusión (el enunciado que figura debajo de la línea) es indefectiblemente verdadera también. Por tanto, si las premisas de (2a) están adecuadamente establecidas, la hipótesis  $H$  que estamos sometiendo a contrastación debe ser rechazada.

Consideremos ahora el caso en que la observación o la experimentación confirman la implicación contrastadora,  $I$ . De su hipótesis de que la fiebre puerperal es un envenenamiento de la sangre producido por materia cadaavérica, Semmelweis infiere que la adopción de medidas antisépticas apropiadas reducirá el número de muertes por esa enfermedad. Esta vez los experimentos muestran

2. Para más detalles, véase otro volumen de esta misma serie: W. Salmon, *Logic*, pp. 24-25. [Hay una versión castellana de este libro publicada por la editorial UTEHA, de México.]